

## کارایی الگوهای مدل ریزمقیاس نمایی آماری SDSM در پیش‌بینی پارامترهای دمایی در حوضه آبریز میناب

### فرشاد جوادی زاده

دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

### پرویز کردوانی\*

استادگروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

### بهلول علیجانی

استاد آب و هواشناسی و مدیر قطب علمی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

### فریده اسدیان

استادیار گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۳۰

### چکیده

امروزه تغییر اقلیم از چالش‌های جدی جوامع بشری و محیط‌زیست تلقی شده و سبب ایجاد یک ناهنجاری در سیستم اقلیم کره زمین گردیده است. بر اساس ارزیابی دانشمندان افزایش میانگین دمای جهانی امری اجتناب ناپذیر است. بنابراین شناخت و ارزیابی اقلیم در دهه‌های آینده می‌تواند افق روشنی را برای برنامه ریزان در جهت سازگاری و مقابله با اثرات آن فراهم نماید. هدف این مطالعه پیش‌بینی دما بر اساس پروژه دورن مقایسه‌ای مدل‌های جفت شده فاز ۵ (CMIP5) طی دوره ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ با استفاده از سناریوهای خط سیر غلظت عامل (RCP) در حوضه رودخانه میناب می‌باشد. برای این منظور داده‌های دمای روزانه منطقه در دوره تاریخی (۱۹۸۵-۲۰۱۶) تهیه گردید. سپس داده‌های حاصل از خروجی مدل گردش عمومی جو (GCM) مربوط به پنجمین گزارش ارزیابی تغییر اقلیم (AR5) جهت استخراج خروجی مدل‌های تغییر اقلیم تحت سناریوهای RCP2.6, RCP4.5 و RCP8.5 در نظر گرفته شد. برای پیش‌بینی اثر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر درجه حرارت در سال‌ها و دوره‌های آتی در مقیاس‌های محلی یک فرایند آماری ریزمقیاس نمایی (SDSM) در محیط متلب به کار برده شده است. بنابراین در این مطالعه کلیه مراحل ارزیابی تغییرات دمای حوضه رودخانه، مرحله گزینش داده و کالیبره کردن داده‌ها در محیط متلب بهره گرفته شده است و از SDSM تنها برای پیش‌بینی تغییرات دما تحت سناریوهای GCM ها بهره گرفته شده است. نتایج حاصل از تغییرات روند دمای حوضه میناب در ناحیه مرکزی، شمالی، جنوبی، شرقی و بخش‌های غربی حوضه میناب با استفاده از مدل‌های گردش عمومی GCM نشان داد که دمای حوضه رودخانه میناب در اکثر نواحی روند افزایشی را تجربه کرده است. با این وجود مقدار افزایشی دما در بخش‌های مختلف حوضه متفاوت می‌باشد به طوری که بیشترین افزایش دما تا ۲۱۰۰ با مقدار ۱/۱۲ درجه سانتی‌گراد در بخش شرقی و جنوبی حوضه میناب مشاهده شده است. این در حالی است که ناحیه مرکزی حوضه میناب دارای کمترین مقدار افزایشی دما بوده است تا جایی که روند دمای بخش مرکزی حوضه میناب بر اساس سناریوهای RCP4.5, RCP2.6 و

RCP8.5 در مجموع ۳/ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است. با این حال روند تغییرات دما در هر سه سناریو برای بخش‌های مختلف تفاوت قابل محسوس باهم ندارند. تقریباً دمای مشابهی را برای آینده حوضه میناب متصور است ولی با این وجود در سناریوی RCP8.5 همواره مقادیر بیشتری برای آینده برآورد کرده است. ارزیابی تغییرات فصلی دما بیانگر این است که فصل زمستان نسبت به سایر فصول از روند افزایشی معنی‌داری برخوردار است در حالی که در فصل تابستان تغییرات دمای نامحسوس را پیش‌بینی می‌نماید. نتایج ارزیابی پیش‌بینی دمای ماهانه بیانگر این است که بر اساس سناریوهای RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5 برای ماه‌های ژانویه، فوریه و مارس در فصل زمستان روند افزایش دما و به عبارتی زمستان گرم‌تر نسبت به زمان حال پیش‌بینی شده است. همچنین در فصل بهار برای ماه آوریل برای دوره اول کاهش دما و در دوره آخر (۲۰۱۱-۲۰۱۰) افزایش میانگین دما مشاهده می‌شود. در تمامی ماه‌های فصل تابستان نیز تمامی بخش‌های حوضه از روند افزایش دما برخوردار بوده‌اند به خصوص بخش شرقی حوضه میناب که یک افزایش میانگین دمای ماهانه در حدود ۲ تا ۳ درجه سانتی‌گراد را تجربه می‌کند. در ماه‌های جولای، اگوست و سپتامبر نیز از روندی افزایشی ولی نه‌چندان محسوس برخوردار بوده‌اند. در ماه‌های اکتبر، نوامبر و دسامبر نیز روند افزایش دمایی پیش‌بینی می‌شود.

**واژگان کلیدی:** درجه حرارت، تغییر اقلیم، سناریوهای RCP، ریزمقیاس نمایی، حوضه رودخانه میناب

## مقدمه

تغییر اقلیم امروزه یک مسئله جهانی است که مورد توجه دانشمندان و محققان زیادی قرار گرفته است. حتی به دلیل اثرات فراگیر و غیرقابل انکار آن بر کشاورزی، محیط‌زیست، ذخایر آبی، انرژی و اقتصاد سیاست‌مداران و مردم عادی نیز به آن حساس شده‌اند. تغییر اقلیم که از تغییرات برهم کنش سامانه‌های هوا سپهر، آب‌سپهر، یخ سپهر، زیست سپهر و سطح خشکی‌ها شکل می‌گیرد پایداری اکوسیستم‌های حیات را تحت تأثیر قرار داده است. بر اساس گزارش هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC<sup>۱</sup>) افزایش خطرات مرتبط با آب مانند خشک‌سالی و سیلاب امکان دارد ناشی از تغییر اقلیم باشد. تقریباً ۲ هزار مورد خشک‌سالی و سیلاب بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ در پایگاه داده‌های بلایای اضطراری به آدرس ([http://www.emdat.be.disaster\\_profiles.index.html](http://www.emdat.be.disaster_profiles.index.html)) گزارش شده است و این حوادث بیش از ۱/۲ میلیارد نفر را تحت تأثیر قرار داده و باعث مرگ ۸۲ هزار نفر و خساراتی معادل ۳/۴ میلیارد دلار شده است (تان و همکاران، ۲۰۱۷).

بر اساس گزارش IPCC، میانگین دمای جهانی از سال ۱۸۸۰ تا ۲۰۱۲ معادل ۰/۸۵ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر شده و در آغاز قرن بیست و یکم گرم‌ترین دمای کره زمین ثبت شده و سال ۲۰۱۰ گرم‌ترین سال دوره تاریخی اخیر اعلام شده است (IPCC, ۲۰۱۳). اگر چه در طول ۱۳۰ سال گذشته مقدار این افزایش اندک است اما این آهنگ سریع افزایش دما در تاریخ طولانی زمین بی‌سابقه بوده است. شواهد قوی نشان می‌دهد که اقلیم زمین در حال تغییر و گرم شدگی است (IPCC, ۲۰۰۷) و این تغییرات و گرم شدگی در خشکی‌ها بیش از اقیانوس‌هاست. با افزایش گرمای جهانی تغییر اقلیم در

<sup>۱</sup>. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

چرخه هیدرولوژیکی شتاب گرفته (رشمیدوی و همکاران، ۲۰۱۷) و سبب تغییر نوسان‌ها و روند کمیت‌های هیدرولوژیکی (نجفی و همکاران، ۲۰۱۳) و منجر به بالا رفتن میزان تبخیر-تعرق گردیده است (پاپاریزوس و همکاران، ۲۰۱۶). طبق مطالعات صورت گرفته افزایش ۲ درجه سانتی‌گرادی دما معمولاً منجر به کاهش ۵ تا ۱۲ درصدی جریان‌ها می‌گردد (لورنا و همکاران، ۲۰۱۰) بعلاوه اینکه متغیر رواناب در مناطق خشک و نیمه‌خشک نسبت به مناطق مرطوب حساس‌تر است (IPCC, ۲۰۰۷).

در دهه‌های اخیر، روش‌های مختلفی برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی مؤلفه‌های اقلیمی در دوره‌های آتی تحت تأثیر تغییر اقلیم وجود دارد (IPCC, ۲۰۰۷) که تمامی این مدل‌ها وابسته به زمان و دارای شبیه‌سازی عددی سه‌بعدی شامل حرکات جوی، تبادلات گرمایی و اندرکنش‌های یخ، اقیانوس و خشکی هستند (دراکاپ و ویکیونا، ۲۰۰۵) و معتبرترین آن‌ها استفاده از داده‌های مدل گردش عمومی جو (GCM<sup>۲</sup>) است که می‌تواند به‌عنوان مدل‌های عددی فرآیندهای فیزیکی جو را نشان داده و اقلیم حاضر را شبیه‌سازی و شرایط اقلیم آینده را تحت سناریوهای مختلف، تصویرسازی نمایند (می‌او و همکاران، ۲۰۱۳). مدل‌ها و نرم‌افزارهای گردش عمومی جو (GCM) تنها قادر به شبیه‌سازی داده‌های جوی بزرگ‌مقیاس بوده بنابراین برای تبدیل اطلاعات بزرگ‌مقیاس جوی به متغیرهای محلی و ایستگاهی مشاهداتی مدل‌های ریزمقیاس نمایی ضرورت پیدا می‌کند (سالن و همکاران، ۲۰۰۸). ریزمقیاس نمایی یا کوچک‌مقیاس کردن به‌عنوان یک عامل ایجاد کننده ارتباط بین چرخه‌های بزرگ‌مقیاس (پیش‌بینی کننده‌ها) و متغیرهای اقلیمی در مقیاس محلی (پیش‌بینی شونده‌ها) تعریف شده است (ویلی و همکاران ۲۰۰۲). ریزمقیاس نمایی به دو روش دینامیکی و آماری است. مدل‌های دینامیکی علی‌رغم دقت فضایی مناسب به دلیل پرهزینه و وقت‌گیر بودن و نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی فوق‌سریع که اغلب کشورها فاقد آن هستند صرف‌نظر می‌شود اما ریزمقیاس نمایی آماری به دلیل محاسبات کم، اقتصادی بودن، سادگی و سرعت‌بالا در فرآیند ریزمقیاس نمایی ناحیه‌ای بیشتر از سایر روش‌ها مورد توجه محققین قرار گرفته است. در حال حاضر مدل‌ها و نرم‌افزارهای مختلفی برای کوچک‌مقیاس کردن ارائه شده است که یکی از این مدل‌ها، مدل ریزمقیاس نمایی آماری (SDSM<sup>۳</sup>) می‌باشد (روحی پناه، ۱۳۹۴). در گزارش پنجم IPCC (۲۰۱۳) نسل جدیدی از مدل‌های گردش عمومی جو تحت عنوان پروژه درون مقایسه‌ای مدل‌های جفت شده (CMIP5<sup>۴</sup>) استفاده گردید که سناریوهای جدید انتشار با عنوان نماینده خط سیر غلظت گازهای گلخانه‌ای (RCP<sup>۵</sup>) را پیشنهاد داد که در چهار حالت ۲/۶، ۴/۵، ۶/۰ و ۸/۵ هستند. بر اساس سناریوهای RCR، کمینه‌های دما نسبت به بیشینه‌های دما افزایش، فراوانی روزهای یخبندان کاهش و فراوانی شب‌های حاره‌ای افزایش معنی‌داری در دهه‌های آینده خواهند داشت (کلینز و همکاران، ۲۰۱۳).

2. General Circulation Models(GCM)

3. Statistical Downscaling Model (SDSM)

4. Coupled Model Intercomparison Project Phase 5(CMIP5)

6. Representative Concentration Pathways(RCP)

ونکاتارمن و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی خشک‌سالی نگزاس در قرن بیست و یکم بر اساس سری‌های مدل CMIP5 تحت سناریوهای RCP دریافتند که در شبیه‌سازی مشاهدات تاریخی (۱۹۵۰-۱۹۹۹) دما مناسب‌تر از بارندگی است. در برخی از مناطق خشک در قرن ۲۱ دما افزایش و بارندگی کاهش را نشان می‌دهد. در حالی که یو و همکاران (۲۰۱۶) با مدل‌های سری CMIP5 و با سناریوهای RCP در ۷۳۵ ایستگاه هواشناسی سراسر چین نشان دادند که میانگین دمای سالانه ۱/۸ درجه سانتی‌گراد کمتر از حد برآورد شده در حالی که میانگین بارش سالانه ۲۶۳ میلی‌متر بیشتر از داده‌های مشاهداتی در دوره‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵ محاسبه شده است.

به دنبال توسعه سناریوهای جدید RCP برخی از پژوهشگران با استفاده از پیش‌بینی روند دما در سناریوهای مختلف، اثرات آن را در مؤلفه‌های مختلف مانند منابع آب، کشاورزی، آلودگی هوا، خشک‌سالی و غیره را بررسی نمودند (کاسرنی و همکاران ۲۰۱۷، باجراچریا و همکاران، ۲۰۱۸). در پژوهشی گولاچا و مولانگو (۲۰۱۷) در ارزیابی دما و بارندگی حوضه آبریز تانزانیا با استفاده از GCM و ریزمقیاس نمایی آماری (SDSM) نتیجه گرفتند که میانگین حداکثر دمای ماهانه یک روند افزایشی از ۰/۲ تا ۷/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل دما یک روند افزایشی ۰/۴ تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۸۰ خواهد داشت. برون و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثرات تغییر اقلیم بر دمای آب حوضه Yaquina در ایالت اورگان ایالات متحده در دوره ۲۰۴۰ تا ۲۰۶۹ پیش‌بینی کردند که در هر دهه یک افزایشی در حدود ۰/۳ درجه سانتی‌گراد خواهند داشت. بنابراین هدف این پژوهش پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم بر دمای حوضه آبریز میناب برای دوره‌های آتی با استفاده از فرایند ریزمقیاس نمایی آماری SDSM تحت سناریوهای مختلف RCP است.

## داده‌ها و روش‌ها

منطقه مطالعاتی در این پژوهش حوضه آبخیز میناب است که در شمال شرقی استان هرمزگان و در منطقه میناب واقع شده است. رودخانه میناب مهمترین رودخانه استان هرمزگان و در مجاورت تنگه هرمز و دریای عمان واقع شده است (شکل ۱). این حوضه با مساحتی در حدود ۱۰۶۰۵/۲۳ کیلومترمربع در شمال شرقی و شمال شهرستان میناب گسترش داشته و مهمترین سد استان (سد استقلال) بر روی این رودخانه در سال ۱۳۶۲ ساخته شده است. در حال حاضر به دلیل خشک‌سالی‌های اخیر و افزایش جمعیت، آب این رودخانه فقط آب شرب شهر بندرعباس را تأمین می‌کند اما در دهه گذشته علاوه بر تأمین آب شرب بندرعباس برای آبیاری اراضی کشاورزی شهرستان میناب نیز استفاده می‌گردید. با توجه به شرایط اقلیمی و خشک بودن منطقه این سد در حیات اقتصادی استان نقش بسزایی دارد.

میانگین دمای وزنی سالانه حوضه ۲۷/۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین وزنی بارش سالانه طی دوره آماری (۲۰۱۶-۱۹۸۵) برابر ۱۸۴/۷ میلی‌متر و از سالی به سال دیگر نوسان بسیار زیادی را نشان می‌دهد و دامنه تغییرات بارش سالانه در گستره حوضه بین ۳۰/۳ تا ۳۹۹/۶ میلیمتر متغیر است بطوریکه سالهای پرباران ۱۳/۲ برابر سال‌های کم باران از بارش برخوردار است. بر اساس سیستم طبقه بندی دمارتن گسترش یافته، محدوده مورد مطالعه دارای اقلیم خشک

بیابانی گرم را نشان می‌دهد و فصل زمستان پر بارانترین فصل سال است به گونه‌ای که ۶۶ درصد بارش‌ها در این فصل نزول می‌کند و تابستان حداقل بارندگی را دریافت می‌کند. معمولاً تمام بارش‌های حوضه به صورت بارش باران است. در این حوضه دامنه تغییرات سالانه دما از ۲۴ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد متغیر است و میزان دما از شمال حوضه به سمت منتهی الیه و جنوب حوضه به تدریج افزایش می‌یابد، بطوریکه در ایستگاه میناب حداکثر دما (۲۸/۶ درجه سانتی‌گراد) ثبت شده است (شکل ۲).

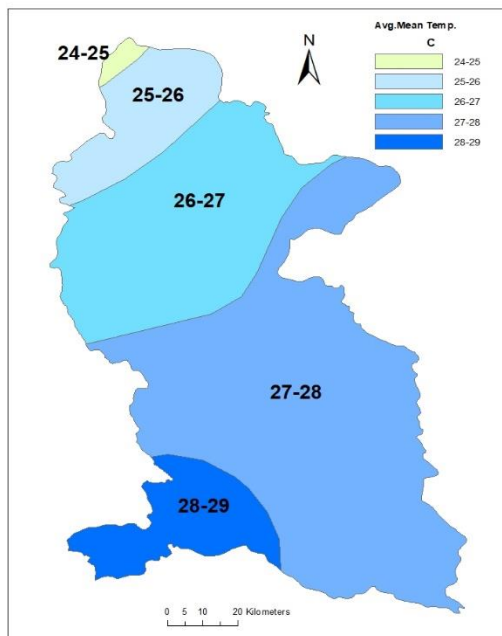
هدف از این پژوهش ارزیابی تغییرات اقلیمی دما در حوضه رودخانه میناب می‌باشد. برای این منظور آمار دمای روزانه حوضه رودخانه میناب برای بخش‌های حوضه میناب از جمله بخش مرکزی، بخش شرقی، بخش شمالی، بخش جنوبی و بخش غربی حوضه میناب استخراج گردیده است. مدل‌های اقلیمی مورد استفاده در این مطالعه از خروجی مدل GCM مربوط به پنجمین گزارش هیات بین الدول تغییر اقلیم (AR5) استفاده شده است. این خروجی‌ها از سایت IPCC (<http://www.ipcc-data.org>) اقتباس گردیده است. استخراج داده‌های این مدل‌ها تحت سه سناریوی RCP2.6 و RCP4.5 و RCP 8.5 برای دهه‌های آینده طراحی شده‌اند. در سناریوی RCP8.5 بدون اتخاذ هیچ گونه سیاست‌های کاهش آثار و مقابله با پیامدهای اقلیم، آب و هوای کره زمین در خط سیر سناریوی انتشار RCP 8.5 پیش خواهد رفت به طوری که ادامه این روند منجر به واداشت تابشی به میزان ۸/۵ وات بر متر مربع در سال ۲۱۰۰ می‌گردد. در این هنگام غلظت دی اکسید کربن به ۱۰۰۰ ppm رسیده و همچنان روند افزایش خواهد داشت. این سناریو توسط تیم مدل‌سازی MESSAGE و موسسه IIASA به سرپرستی پروفیسور کیوان ریاحی در موسسه بین المللی آنالیز سیستم‌های کاربردی IIASA اتریش توسعه و طراحی شد که وجه مشخصه آن روند افزایش گازهای گلخانه‌ای است. سناریوی RCP4.5 توسط گروه مدل سازی MINCAM طراحی شده است و در آن واداشت تابشی ناشی از گازهای گلخانه‌ای قبل از سال ۲۱۰۰ در مقدار ۴/۵ وات بر مترمربع ثابت می‌ماند. سناریوی انتشار RCP2.6 توسط تیم مدل‌سازی IMAGE از موسسه ارزیابی‌های محیطی هلند طراحی شده است. این سناریو در برگیرنده کمترین نرخ افزایش گازهای گلخانه‌ای و واداشت تابشی ناشی از آن است. مطابق این سناریو واداشت تابشی در اواسط این قرن به حدود ۳/۱ رسیده و سپس کاهش یافته و به ۲/۶ وات بر مترمربع در سال ۲۱۰۰ می‌رسد. برای رسیدن به این سطح واداشت تابشی بایستی گازهای گلخانه‌ای به میزان قابل توجهی کاهش یابند. همچنین ۲۶ پارامتر اقلیمی بزرگ مقیاس نیز با استفاده از داده‌های واکاوی شده (NCEP\NCAR) نیز به‌عنوان پارامترهای پیش‌بینی شونده در دوره پایه مورد استفاده قرار گرفت. این داده‌ها از سال ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۶ را پوشش می‌دهند. روش‌های مختلفی ریزمقیاس نمایی جهت برقراری ارتباط آماری بین خروجی داده‌های GCM و پارامترهای هیدرواقلمی محلی وجود دارد. گرچه ممکن است عملکرد این روش‌ها متفاوت باشد، ولی همگی از سه فرض ضمنی زیر پیروی کنند (هویتسون و کِرن، ۱۹۹۲):

**الف:** پیش‌بینی کننده‌های انتخاب شده با مدل‌های گردش عمومی جو متناسب هستند و می‌توان با استفاده از GCM آن‌ها را به طور واقع‌گرایانه‌ای شبیه‌سازی کرد. **ب:** رابطه تجربی توسعه یافته تحت شرایط اقلیمی فعلی برای تغییرات

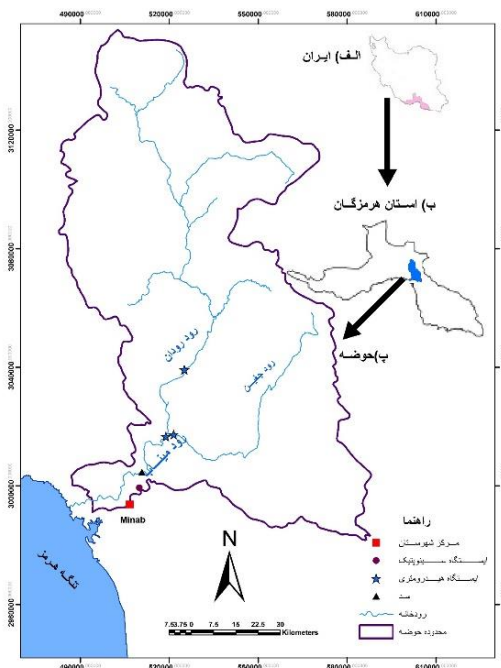
اقلیمی آینده معتبر است. ج: پیش‌بینی کننده‌های انتخاب شده قادر به رصد کردن سیگنال‌های اقلیمی می‌باشند. در ادامه به منظور ارزیابی متغیرهای پیش‌بینی شونده مقدار ضریب همبستگی و ضریب تعیین برای ماهانه و سالانه استخراج گردیده است. معنی‌داری این تحلیل با استفاده از آزمون t استودنت واسنجی شد. تحلیل رگرسیون، تکنیک آماری برای تحلیل و به مدل درآوردن ارتباط بین متغیرهاست. مفاهیم اولیه مدل رگرسیونی وسیله‌ای جهت تشریح دو مفهوم اساسی تغییرپذیری متغیر وابسته (y) در اثر تغییر متغیر مستقل (X) بکار می‌رود. در تحلیل زمانی، ساده‌ترین تعریف از روند تغییرات عناصر اقلیمی، به‌وسیله رگرسیون خطی بیان می‌شود. در این راستا باید بهترین خطی که بر مختصات نقاط حاصل از دو متغیر X و Y بر یک صفحه وجود دارد، تعیین می‌گردد. یکی از روش‌های برازش خط، روش حداقل مربعات است. در این روش خط طوری روی نقاط برازش می‌یابد که مجموع مربعات انحرافات به حداقل برسد. برای محاسبه شیب خط (b) و عرض از مبدأ (a) از رابطه ۱ استفاده می‌شود (عساکره ۱۳۹۱).

از آنجایی که هر یک از فراسنج‌های شیب خط (b) و عرض از مبدأ (a) متغیر تصادفی به شمار می‌آیند، می‌توان برای آن‌ها میانگین و پراش متصور شد. به همین دلیل می‌توان آزمون معنی‌داری ضرایب را بر روی این فراسنج‌ها انجام داد.

$b = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})(p_i - \bar{p})}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}$	$a = \bar{p} - b\bar{t}$	رابطه ۱:
--	--------------------------	----------



شکل ۲: میانگین دمای سالانه (C)



شکل ۱: موقعیت حوضه آبریز میناب

مأخذ: نگارندگان

## یافته‌ها

جهت بررسی تغییرات دما و پیش‌بینی دمای حوضه میناب از مدل آماری RCP استفاده شده است. یکی از مهم‌ترین مراحل مدل ریزمقیاس نمایی آماری، انتخاب متغیرهای غالبی می‌باشد. این امر ناشی از آن است که مشخصات مدل و نتایج، مستقیماً تحت تأثیر متغیرهای مستقل می‌باشد (سنتز و همکاران، ۱۹۹۶). در مدل SDSM ارتباط آماری بین متغیرهای مشاهده‌شده یا پیش‌بینی شونده با متغیرهای بزرگ‌مقیاس یا پیش‌بینی کننده بر اساس همبستگی ارزیابی می‌شود. بر اساس ضرایب همبستگی بین داده‌های مشاهده‌شده با متغیرهای پیش‌بینی روزانه با استفاده نرم‌افزار SDSM از بین ۲۶ متغیر آزمون شده، ۵ متغیر که بیشترین همبستگی (P-Value=0) را با داده‌های مشاهده‌شده‌ی دما داشتند، نتایج نشان می‌دهد که میانگین دما مشاهداتی با شبیه‌سازی شده در بخش‌های مورد مطالعه حوضه میناب (بخش مرکزی حوضه میناب، بخش شرقی حوضه میناب، بخش شمالی حوضه میناب، بخش جنوبی حوضه میناب و بخش‌های غربی حوضه میناب) با پارامترهای MSLPGL، P500-GL، P5-ugl، P5-fgl و temp بیشترین همبستگی معنادار را دارا می‌باشند (جدول ۱).

جدول ۱: ارزیابی نتایج مدل گردش عمومی جو با مدل RCP

پارامتر	بخش مرکزی	شرق حوضه	جنوب حوضه	شمال حوضه	غرب حوضه
ncepmslpgl	-۰,۷۹	-۰,۸	-۰,۸۴	-۰,۸۶	-۰,۸۲
ncepp5_fgl	-۰,۶۶	-۰,۶۷	-۰,۷۱	-۰,۷	-۰,۶۶
ncepp5_ugl	-۰,۷۳	-۰,۷۴	-۰,۷۸	-۰,۷۸	-۰,۷۲
ncepp500gl	۰,۸۵	۰,۸۶	۰,۷۹	۰,۸	۰,۸۶
nceptempgl	۰,۹	۰,۹۳	۰,۹۲	۰,۹۳	۰,۹۲

ماخذ: محاسبات آماری نگارندگان

جهت بررسی تغییرات دما و پیش‌بینی دما در حوضه میناب (استان هرمزگان) از مدل آماری و سناریوهای RCP4.5، RCP2.6 و ARCP8.5 استفاده شده است. ضریب همبستگی ( $R^2$ ) میزان ارتباط و همبستگی بین پارامترهای مشاهده شده و شبیه‌سازی شده را بیان می‌کند. نمایه عددی ۱ بالاترین ضریبی است که امکان دارد به دست آید و نشان دهنده همبستگی قوی و کامل بین متغیرهای مورد مطالعه است. هرچه مقدار  $R^2$  به ۱ نزدیک‌تر باشد، درجه همبستگی خطی بین دو متغیر بیشتر خواهد شد.  $R^2$  معیاری بدون بعد و بهترین مقدار آن برابر یک می‌باشد (آذر و مؤمنی، ۱۳۸۸). از طرف دیگر ضریب همبستگی، اندازه همبستگی بین دو متغیر را نشان می‌دهد، اما درباره ماهیت این همبستگی اطلاعات زیادی به ما نمی‌دهد. آن چه از این نمایه مشخص می‌کند وجود همبستگی بالا یا پایین و نسبی بودن آن است. در نتیجه،  $R^2$  میزان همبستگی حول خط رگرسیونی و میزان توجیه پراکندگی متغیر پاسخ (مدل واقعی و مشاهده شده) به وسیله مدل خطی برازش داده شده است. هرچه مقدار  $R^2$  بیشتر باشد مدل خطی برازش داده شده مناسب‌تر است. بر خلاف خطای تصریح که یک مدل معین را برای مقایسه نتایج در نظر داریم، در خطای تصریح غلط مدل، ما مدل صحیحی را از قبل

در ذهن نداریم. مدل‌هایی که به صورت نوعی دارای AIC و BIC کوچک‌تری باشند، ترجیح داده می‌شوند بنابراین چند مدل رقیب ممکن است با توجه به مقدار AIC رتبه بندی شوند و مدلی که دارای کمترین AIC باشد بهترین است. اما معیاری برای انتخاب مقدار آستانه‌ای برای AIC که بتوان مدلی را به واسطه داشتن AIC بزرگ‌تر از این مقدار رد کرد وجود ندارد (جدول ۲). بر اساس جدول یاد شده در بازه زمانی سالانه مشاهده می‌شود، در تمامی بخش‌های حوضه مورد مطالعه بیشترین همبستگی مشاهده می‌شود. این بدان معنا می‌باشد که سناریو RCP دقت و توانایی بیشتری در فرآیند ارزیابی داده‌های واقعی و بازسازی شده داشته است. نتایج حاصل از فرآیند ارزیابی در دوره ۲۰۱۰-۲۰۱۱ نشان می‌دهد که تمامی بخش‌های حوضه مورد مطالعه از دقت بالایی در ارزیابی و شبیه‌سازی پارامتر دما در مقیاس ماهانه برخوردار بوده‌اند که این امر با توجه به مقادیر همبستگی بالای ۰/۷ در اکثر بخش‌های مورد مطالعه قابل توجیه می‌باشد.

جدول ۲: میزان همبستگی دمای ماهانه مشاهداتی و شبیه‌سازی شده حوضه میناب تحت سناریوی RCP

نواحی حوضه	R	R <sup>2</sup>	RMSE	MAE	AIC	BIC
مرکزی	۰,۷۳	۰,۵۴	۰,۷	۰/۰	۷۷/۵	-۱۲/۷
شرقی	۰,۷۵	۰,۶	۰,۹	۰,۱	۹۰/۴	۰/۲
جنوبی	۰,۸۵	۰,۷۲	۰/۴	۰/۰	۵۷/۲	-۳۳
شمالی	۰,۸۷	۰,۷۶	۰/۵	۰/۰	۵۹/۱	-۳۱/۱
غربی	۰,۷۱	۰,۵۱	۰/۶	۰/۰	۷۵/۵	-۱۴/۷

ماخذ: محاسبات آماری نگارندگان

جدول ۳ میزان همبستگی میانگین دمای ماهانه و ارزیابی سناریوی RCP در شبیه‌سازی دمای ماهانه حوضه میناب را بیان می‌کند باتوجه به جدول در ماه ژانویه بین متغیرهای واقعی و بازسازی شده بیشترین مقدار ضریب همبستگی و بیشتر از ۰/۷ و ضریب تعیین بالای ۷۰ درصد بیانگر دقت زیاد مقادیر شبیه‌سازی شده در این ماه می‌باشد. در ماه فوریه جدول (۳) نیز بالاترین میزان همبستگی بین متغیرهای مطالعاتی در این پژوهش یعنی دما مشاهده می‌شود. در این بین تنها بخش شرقی حوضه میناب با کمترین همبستگی بین مدل واقعی و شبیه‌سازی شده با ضریب ۰/۶ و ضریب تعیین ۴۵ درصد و مقادیر AIC و BIC بالاتر نسبت به سایر بخش‌های حوضه از دقت کافی برخوردار نبوده است و در شبیه‌سازی ضعیف‌تر عمل کرده است. در ماه مارس جدول نیز همانند ماه فوریه بالاترین مقادیر همبستگی باز هم در بخش شرقی حوضه میناب در شبیه‌سازی به نسبت سایر بخش‌های حوضه از دقت کمتری برخوردار بوده و مقدار AIC و BIC آن نیز بیشتر از سایر بخش‌های حوضه می‌باشد. از آن‌جا که معیار انتخاب مدل مناسب در بخش‌های مختلف حوضه ارزیابی R<sup>2</sup> بالاتر و خطای جذر میانگین مربعات (RMSE<sup>۶</sup>) و میانگین خطای مطلق (MAE<sup>۷</sup>) پایین‌تر می‌باشد. بنابراین تمامی بخش‌های حوضه از دقت بالایی در ارزیابی مقادیر مشاهده شده برخوردار بوده است. به استثنای بخش شرقی حوضه میناب که از سایر بخش‌های حوضه در شبیه‌سازی ضعیف‌تر عمل کرده است. در ماه آوریل جدول همبستگی بین

۶. Root Mean Square Error

۷. Mean Absolute Error



ارزیابی دمایی در سناریو RCP دارای همبستگی بالای ۰/۵ در بین بخش‌های حوضه مورد مطالعه می‌باشد. بخش مرکزی دارای کمترین همبستگی نسبت به سایر بخش‌های حوضه است. مقادیر بالاتر AIC و BIC مرکزی نیز بر عملکرد ضعیف‌تر سناریو RCP در این بخش تاکید می‌کند. در ماه‌های می و ژوئیه جدول نیز مقدار همبستگی و ضریب تعیین در بیشتر بخش‌های حوضه بالاترین مقدار می‌باشد. همچنین مقادیر MAE، RMSE، AIC و BIC دارای مقادیر پایین می‌باشند. در نتیجه باتوجه به دقت بالای ارزیابی، پیش‌بینی منطقی و دقیق در بخش‌های مختلف حوضه میناب آسان‌تر خواهد بود. در ماه‌های ژوئیه، آگوست و سپتامبر جدول نیز در تمامی بخش‌ها در فرآیند ارزیابی RCP بیشترین مقدار همبستگی بین مقادیر ۰/۶ تا ۰/۹ میان دمای مشاهده شده و دمای شبیه‌سازی شده مشاهده می‌شود. ضریب تعیین نیز بالای ۵۰ درصد بوده که به نسبت ماه‌های زمستان و بهار از درصد کمتری برخوردار بوده است. مقادیر RMSE، MAE، AIC و BIC مشاهده شده نیز دارای مقادیر پایینی می‌باشد. در بین تمامی بخش‌های مورد مطالعه بخش جنوبی حوضه میناب در ماه‌های ژوئیه، آگوست و سپتامبر با بیشترین همبستگی و پایین‌ترین MAE، RMSE، AIC و BIC در فرآیند شبیه‌سازی نسبت به سایر ایستگاه‌ها عملکرد بهتری داشته است. در مجموع در ارزیابی RCP در ماه‌های تابستان (ژوئیه، آگوست و سپتامبر) نسبت به ماه‌های زمستان (ژانویه، فوریه و مارس) و بهار (آوریل، می و ژوئن) از دقت کمتری بین دمای مشاهداتی و شبیه‌سازی شده برخوردار بوده است. در ماه‌های اکتبر، نوامبر و دسامبر در همه بخش‌های مورد مطالعه حوضه میناب همبستگی بالایی بین داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده برقرار است. در بین بخش‌های حوضه مورد مطالعه تنها بخش مرکزی حوضه میناب نسبت به سایر بخش‌ها از همبستگی کمتری در شبیه‌سازی برخوردار بوده است. همچنین مقادیر AIC و RMSE ناحیه مرکزی حوضه میناب نیز با مقادیر نسبتاً بالایی که مشاهده می‌شود سبب دقت کمتر این مدل در فرآیند ارزیابی شده است.

### ارزیابی تغییرات دمای آینده حوضه میناب

شکل (۳) مشخصات میانگین دمای واقعی و پیش‌بینی دما را به صورت نمودار هیستوگرام در بخش‌های حوضه میناب (استان هرمزگان) را بر اساس خروجی‌های مدل ریزمقیاس نمایی آماری SDSM نشان می‌دهد. در نمودار هیستوگرام هر نمایه مشخصه میانگین برای داده‌های اندازه‌گیری شده جهت مقایسه با داده‌های پیش‌بینی شده ماهانه سناریو آورده شده است. بر اساس این نمودار میانگین دما در بخش‌های حوضه مورد مطالعه بر اساس خروجی سناریو RCP تغییرات چشمگیری را نشان نمی‌دهد. با توجه به شکل (۳) در همه بخش‌های حوضه مطابق با میانگین ماهانه دما، مقادیر پیش‌بینی شده تفاوت چندانی چشمگیری با دمای واقعی ندارد. در ناحیه مرکزی حوضه میناب میانگین دمای پیش‌بینی شده ماهانه (ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، می و ژوئن) نسبت به مقادیر واقعی افزایش داشته است. در بقیه ماه‌های سال نیز میانگین ماهانه مقادیر پیش‌بینی شده از مقدار واقعی کاهش پیدا کرده است. به طور کلی در مقیاس سالانه تغییر چشمگیری به وجود نیامده است. در بخش شرقی حوضه میناب همانند ناحیه مرکزی حوضه میناب میانگین ماهانه دمای

پیش‌بینی شده ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، آوریل افزایش یافته است. در حالی که ماه‌های گرم سال در مقادیر پیش‌بینی شده کاهش یافته است. به طور کلی در مقیاس سالانه تغییر چندانی نکرده است. در بخش جنوبی حوضه میناب در ماه فوریه تنها میانگین ماهانه دما نسبت به مشاهداتی به اندازه ۱ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است. در سایر ماه‌ها افزایش یا کاهش مقادیر پیش‌بینی چندان چشمگیر و قابل ملاحظه نبوده است. در بخش شمالی حوضه میناب نیز ماه‌های فوریه، مارس و آوریل مقادیر پیش‌بینی شده دارای افزایش نسبت به میانگین واقعی دما بوده‌اند. اما میانگین ماهانه دمای پیش‌بینی شده در سایر ماه‌های سال (بیشتر ماه‌های گرم سال) دارای کاهش بوده است. در حالی که همانند سایر بخش‌های حوضه در ماه‌های گرم میانگین دمای پیش‌بینی شده کاهش پیدا کرده است و در بخش‌های غربی حوضه میناب نیز در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس و آوریل، میانگین دمای پیش‌بینی شده ماهانه افزایش پیدا کرده است. در نتیجه و با توجه به نمودارها استنباط می‌شود که سناریو RCP به درستی به فرآیندهای پیش‌بینی برای بخش‌های حوضه مورد مطالعه پرداخته است. توجه به این نکته ضروری است که در مدل SDSM انتخاب متغیرهای مستقل جنبه کارشناسی و قضاوت شخص دارد که هرگونه دخالت و یا عدم دخالت متغیرهای مستقل منجر به پیش‌بینی‌های متفاوتی می‌شود (دهقانی‌پور و همکاران، ۱۳۹۰).

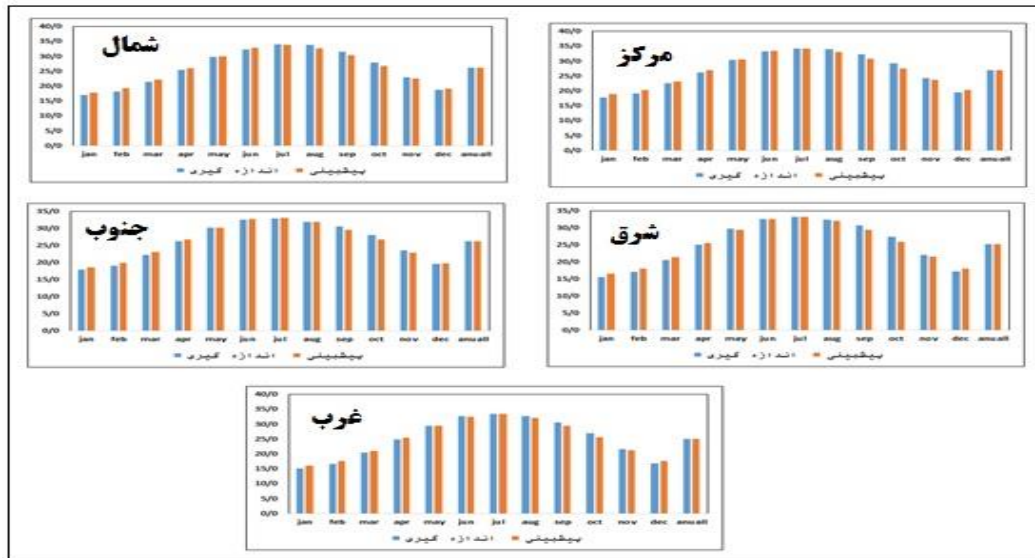
**جدول ۳:** میزان همبستگی میانگین دمای ماهانه و ارزیابی سناریو RCP در شبیه‌سازی دمای ماهانه حوضه میناب

BIC	AIC	MAE	RMSE	R <sup>2</sup>	R	نواحی حوضه
۳۳/۸	۱۲۴/۰	۰/۴	۱/۷	۰/۷۱	۰/۸۴	مرکزی (۱) [۱]
۵۹/۳	۱۴۹/۵	-۴/۳	۲/۹	۰/۶۷	۰/۸۲	شرقی (۱)
۲۴/۸	۱۱۵/۱	-۰/۳	۱/۴	۰/۸۲	۰/۹۱	جنوبی (۱)
۱۳/۱	۱۰۳/۳	-۰/۲	۱/۱	۰/۸۵	۰/۹۲	شمالی (۱)
۴۹/۶	۱۳۹/۸	-۱/۱	۲/۳	۰/۸۴	۰/۹۲	غربی (۱)
۱۴/۸	۱۰۵/۱	-۰/۲	۱/۲	۰/۷۳	۰/۸۵	مرکزی (۲)
۵۰/۲	۱۴۰/۴	-۲۴/۸	۲/۴	۰/۴۵	۰/۶۷	شرقی (۲)
۱۰/۵	۱۰۰/۸	-۰/۲	۱/۱	۰/۸۳	۰/۹۱	جنوبی (۲)
۹/۲	۹۹/۴	-۰/۱	۱/۰	۰/۸۷	۰/۹۳	شمالی (۲)
۵۰/۰	۱۴۰/۲	-۲/۷	۲/۴	۰/۶۳	۰/۷۹	غربی (۲)
۷/۲	۹۷/۴	-۰/۱	۱/۰	۰/۸۱	۰/۹۰	مرکزی (۳)
۴۷/۶	۱۳۷/۸	-۰/۶	۲/۳	۰/۵۷	۰/۷۵	شرقی (۳)
۲۰/۶	۱۱۰/۹	-۰/۱	۱/۳	۰/۸۴	۰/۹۲	جنوبی (۳)
۱۸/۳	۱۰۸/۵	-۰/۱	۱/۲	۰/۶۳	۰/۷۹	شمالی (۳)
۳۹/۴	۱۲۹/۶	-۰/۶	۱/۹	۰/۸۱	۰/۹۰	غربی (۳)
۳۶/۱	۱۲۶/۳	-۰/۱	۱/۸	۰/۱۸	۰/۴۲	مرکزی (۴)
۳۳/۹	۱۲۴/۲	-۰/۱	۱/۷	۰/۵۴	۰/۷۴	شرقی (۴)
۱۶/۳	۱۰۶/۵	-۰/۱	۱/۲	۰/۸۱	۰/۹۰	جنوبی (۴)
-۳/۸	۸۶/۴	-۰/۰	۰/۸	۰/۷۹	۰/۸۹	شمالی (۴)

[۱]. در این جداول علامت شماره جلو ایستگاه بیانگر شماره ماه (به میلادی) می‌باشد. برای مثال عدد (۱) یعنی ماه ژانویه و عدد (۲) فوریه ... و عدد (۱۲) یعنی دسامبر

۳۹/۷	۱۳۹/۹	-/۲	۱/۹	-/۶۱	-/۷۸	غربی (۴)
۲۴/۸	۱۱۵/۱	-/۱	۱/۴	-/۴۲	-/۶۵	مرکزی (۵)
۷/۲	۹۷/۴	-/۰	۱/۰	-/۵۲	-/۷۲	شرقی (۵)
۱۲/۴	۱۰۲/۶	-/۰	۱/۱	-/۶۱	-/۷۸	جنوبی (۵)
-۹/۹	۸۰/۴	-/۰	۰/۷	-/۸۸	-/۹۴	شمالی (۵)
۲/۵	۹۲/۷	-/۰	۰/۹	-/۶۷	-/۸۲	غربی (۵)
۱۵/۲	۱۰۵/۵	-/۰	۱/۲	-/۲۹	-/۵۴	مرکزی (۶)
۸/۸	۹۹/۰	-/۰	۱/۰	-/۵۸	-/۷۶	شرقی (۶)
۱۱/۵	۱۰۱/۷	-/۰	۱/۱	-/۶۵	-/۸۰	جنوبی (۶)
۴/۹	۹۵/۱	-/۰	۰/۹	-/۴۸	-/۷۰	شمالی (۶)
۸/۸	۹۹/۰	-/۰	۱/۰	-/۳۵	-/۶۰	غربی (۶)
۲۵/۶	۱۱۵/۸	-/۱	۱/۴	-/۴۴	-/۶۶	مرکزی (۷)
۱۴/۹	۱۰۵/۱	-/۰	۱/۲	-/۵۷	-/۷۶	شرقی (۷)
-۳/۶	۸۶/۶	-/۰	۰/۸	-/۵۴	-/۷۳	جنوبی (۷)
۲۴/۵	۱۱۴/۷	-/۰	۱/۴	-/۵۹	-/۷۷	شمالی (۷)
۹/۵	۹۹/۷	-/۰	۱/۰	-/۳۷	-/۶۱	غربی (۷)
۲۹/۳	۹۹/۷	-/۰.۶	۱/۵	-/۴۸	-/۷۰	مرکزی (۸)
۱۰/۸	۱۰۰	-/۰.۴	۱/۱	-/۴۸	-/۷۰	شرقی (۸)
-۹/۴	۸۰/۸	-/۰.۲	۰/۷	-/۶۹	-/۸۳	جنوبی (۸)
۲۲/۷	۱۱۲/۹	-/۰.۴	۱/۴	-/۶۹	-/۸۳	شمالی (۸)
۱۱/۳	۱۰۱/۵	-/۰.۴	۱/۱	-/۲۶	-/۵۱	غربی (۸)
۱۳/۶	۱۰۳/۸	-/۱	۱/۱	-/۴۱	-/۶۴	مرکزی (۹)
۲۱/۲	۱۱۱/۴	-/۱	۱/۳	-/۵۸	-/۷۶	شرقی (۹)
۲/۵	۹۲/۷	-/۰	۰/۹	-/۷۷	-/۸۸	جنوبی (۹)
-۹/۱	۸۱/۱	-/۰	۰/۷	-/۷۶	-/۸۷	شمالی (۹)
۵/۱	۹۵/۳	-/۱	۰/۹	-/۶۱	-/۷۸	غربی (۹)
۱۳/۶	۱۰۳/۸	-/۱	۱/۱	-/۴۱	-/۶۴	مرکزی (۱۰)
۲۱/۲	۱۱۱/۴	-/۱	۱/۳	-/۵۸	-/۷۶	شرقی (۱۰)
۲/۵	۹۲/۷	-/۰	۰/۹	-/۷۷	-/۸۸	جنوبی (۱۰)
-۹/۱	۸۱/۱	-/۰	۰/۷	-/۷۶	-/۸۷	شمالی (۱۰)
۵/۱	۹۵/۳	-/۱	۰/۹	-/۶۱	-/۷۸	غربی (۱۰)
۲۸/۳	۱۱۸/۵	-/۱	۱/۵	-/۴۰	-/۶۳	مرکزی (۱۱)
۴۷/۷	۱۳۷/۹	-/۳	۲/۳	-/۲۱	-/۴۶	شرقی (۱۱)
۳۲/۳	۱۲۲/۶	-/۱	۱/۷	-/۷۶	-/۸۷	جنوبی (۱۱)
۹/۸	۱۰۰/۰	-/۱	۱/۰	-/۸	-/۸۹	شمالی (۱۱)
-۵/۵	۸۴/۷	-/۱	۰/۸	-/۸۴	-/۹۲	غربی (۱۱)
۳۰/۶	۱۲۰/۸	-/۳	۱/۶	-/۴۵	-/۶۷	مرکزی (۱۲)
۴۲/۱	۱۳۲/۳	-/۷	۲/۰	-/۵۰	-/۷۱	شرقی (۱۲)
۳۵/۷	۱۲۵/۹	-/۲	۱/۸	-/۷۱	-/۸۴	جنوبی (۱۲)
۹/۶	۹۹/۸	-/۱	۱/۰	-/۷۵	-/۸۷	شمالی (۱۲)
۳۳/۴	۱۲۳/۶	۱/۰	۱/۷	-/۸۵	-/۹۲	غربی (۱۲)

ماخذ: محاسبات آماری نگارندگان



ماخذ: نگارندگان

شکل ۳: ارزیابی تغییرات دمای ماهانه پیش‌بینی شده طی دوره‌های مختلف

**تغییرات روند میانگین دمای ماهانه پیش‌بینی شده حوضه میناب بر حسب نواحی طی دوره (۲۱۰۰-۲۰۱۱)**

در ارزیابی دمای پیش‌بینی شده دوره آماری ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ برای حوضه میناب، در سه دوره آینده (۲۰۱۱-۲۰۴۰)، ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۱۰۰-۲۰۷۱) میانگین دمای ماهانه دوره پایه بر اساس سناریوهای RCP 2.6، RCP 4.5 و RCP 8.5 بیانگر این نکته می‌باشد که در شبیه‌سازی دمای ماهانه حوضه میناب بر اساس سناریوی RCP2.6 تمام بخش‌های حوضه از روندی افزایشی دما به مقدار ۱ درجه سانتی‌گراد برخوردار می‌باشد. همچنین در سناریو RCP 4.5 و RCP 8.5 همین روند افزایش مشاهده می‌شود (جدول ۴).

**جدول ۴: تغییرات دمای سالانه پیش‌بینی شده نسبت به میانگین دمای پایه طی دوره‌های مختلف (۲۰۱۱-۲۱۰۰)**

غرب حوضه		شمال حوضه		جنوب حوضه		شرق حوضه		مرکز حوضه		دوره‌های زمانی
تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	
۲۵/۱		۲۶/۱		۲۶/۳		۲۵/۳		۲۶/۹		دوره پایه
۰.۶	۲۵/۷	۰.۲	۲۶/۳	۰.۷	۲۷/۰	۰.۹	۲۶/۲	۰.۲	۲۷/۱	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۲/۶)
۰.۱	۲۵/۸	۰.۱	۲۶/۴	۰/۰	۲۷/۰	۰.۱	۲۶/۳	۰/۰	۲۷/۱	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۲/۶)
۰/۰	۲۵/۸	-۰/۱	۲۶/۳	۰/۰	۲۷/۰	-۰/۱	۲۶/۲	۰.۱	۲۷/۲	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۲/۶)
-۰/۱	۲۵/۷	۰.۰	۲۶/۳	۰/۰	۲۷/۰	۰.۰	۲۶/۲	-۰/۱	۲۷/۱	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۴/۵)
۰.۲	۲۵/۹	۰.۱	۲۶/۴	۰.۱	۲۷/۱	۰.۱	۲۶/۳	۰.۱	۲۷/۲	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۴/۵)
۰/۰	۲۵/۹	۰.۰	۲۶/۴	۰/۰	۲۷/۱	۰.۱	۲۶/۴	۰/۰	۲۷/۲	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۴/۵)
-۰/۲	۲۵/۷	-۰/۱	۲۶/۳	-۰/۱	۲۷/۰	-۰/۲	۲۶/۲	-۰/۱	۲۷/۱	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۸/۵)
۰.۳	۲۶/۰	۰.۱	۲۶/۴	۰.۲	۲۷/۲	۰.۲	۲۶/۴	۰.۱	۲۷/۲	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۸/۵)
۰.۲	۲۶/۲	۰.۲	۲۶/۶	۰.۲	۲۷/۴	۰.۲	۲۶/۶	۰.۱	۲۷/۳	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۸/۵)

ماخذ: محاسبات آماری نگارندگان (اعداد داخل پرانتز سناریوهای RCP هستند).

جدول ۵ تغییرات دمای ماهانه پیش‌بینی شده نسبت به میانگین دمای پایه طی دوره‌های آماری ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ را نشان می‌دهد. در ماه ژانویه در تمام دوره‌ها و سناریوها دما بخش جنوبی، شرقی و غربی حوضه از روند افزایش دما از ۰/۱ تا ۱/۴ درجه سانتی‌گراد متغیر بوده است اما نواحی شمالی و مرکز بسته به سناریوها شرایط پیچیده‌ای دارد. در ماه ژوئیه در تمام سناریوها و در تمام مناطق حوضه به‌جز ناحیه مرکزی شاخص دما روند افزایشی دارد و میزان افزایش دما از ۰/۵ تا ۳/۱ درجه سانتی‌گراد در نوسان است. در ماه‌های دیگر زمستان (فوریه و مارس) از ۰/۱ تا ۱/۱ در تمام نواحی حوضه درجه سانتی‌گراد برخوردار بوده است و روند کاهشی دما مشاهده نشده است. در ماه‌های آوریل، می و ژوئن که به‌تدریج به دوره گرم سال را تجربه می‌نماییم در تمام سناریوها و در همه مناطق حوضه در تمامی دوره‌های ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ افزایش دما را نشان می‌دهد و فقط در شرق حوضه در سناریوی RCP2.6 در ماه آوریل و در جنوب حوضه در ماه می و در ماه ژوئن در برخی مناطق روند کاهشی ضعیف دما را برآورد نموده است.

در ماه آوریل در سناریو RCP2.6 در بخش شرقی حوضه در تمامی دوره‌های ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ از روندی کاهشی بین مقادیر ۰/۲ تا ۰/۴ درجه سانتی‌گراد ولی ضعیف برخوردار می‌باشد اما در سناریوی RCP4.5 نیز تمامی بخش‌های حوضه از روندی افزایشی در میانگین دمای پیش‌بینی شده در تمام دوره‌های ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ برخوردار می‌باشد. همچنین در سناریو RCP8.5 نیز همانند سناریو RCP4.5 در تمامی دوره‌های پیش‌بینی، تمامی بخش‌های حوضه نسبت به میانگین دوره پایه دارای روندی افزایشی به خصوص ناحیه مرکزی حوضه میناب حداکثر ۱ درجه می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در ماه آوریل برای تمامی بخش‌های حوضه شاهد روند افزایشی دما بوده‌ایم. که طبق سناریوی‌های تحت مطالعه در حالت‌های مختلف برای تمامی بخش‌های حوضه صدق می‌کند. در ماه می که مصادف با فصل گرم و معتدل سال می‌باشد برای سناریوی RCP 2.6 بخش مرکزی حوضه میناب، بخش‌های غربی حوضه میناب و بخش شرقی حوضه میناب در تمامی دوره‌ها دارای روندی افزایشی کمتر از یک درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در سناریوی RCP4.5 نیز تمامی بخش‌های حوضه به جز بخش جنوبی حوضه میناب دارای روند افزایشی میانگین دما کمتر از ۱ درجه به جز ناحیه مرکزی حوضه میناب که تا مقادیر ۲ درجه نیز مشاهده می‌شود، نسبت به میانگین پایه می‌باشد. در حالی که در سناریوی RCP 8.5 بخش جنوبی حوضه میناب در دوره‌های پیش‌بینی شده دارای کاهش مقادیر تا ۱ درجه بوده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود. در ماه می بیشتر بخش‌های حوضه دارای افزایش مقادیر دما تا ۱ درجه بوده‌اند در حالی که تحت سناریو RCP 8.5 در ۳ بخش حوضه کاهش میانگین دما پیش‌بینی شده است. در ماه ژوئن که مصادف با آخرین فصل بهار و از ماه‌های بسیار گرم در ایران به خصوص جنوب کشور می‌باشد، در بخش‌های حوضه مورد مطالعه در هر سه سناریوی RCP 2.6، RCP 4.5 و RCP 8.5 دارای روند افزایش دما تا ۱ درجه بوده‌اند، سایر بخش‌های حوضه در هر سه سناریو و تمامی دوره‌ها دارای روند کاهش دما تا ۱ درجه بوده‌اند.

**جدول ۵:** تغییرات دمای ماهانه پیش‌بینی شده، نسبت به میانگین دمای پایه طی دوره‌های مختلف (۲۰۱۰-۲۰۱۱)

غرب حوضه		شمال حوضه		جنوب حوضه		شرق حوضه		مرکز حوضه		دوره‌های زمانی
تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	
۱۵،۱		۱۶،۹		۱۷،۹		۱۵،۶		۱۷،۸		<b>دوره پایه (ژانویه)</b>
۱،۰	۱۶،۱	-۰/۱	۱۶،۸	۰،۱	۱۸،۰	۱،۴	۱۷،۰	-۱/۰	۱۶،۸	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۲/۶)
۱،۰	۱۶،۱	-۰/۱	۱۶،۸	۰،۱	۱۸،۰	۱،۴	۱۷،۰	-۰/۹	۱۶،۹	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۲/۶)
۱،۰	۱۶،۱	-۰/۱	۱۶،۸	۰،۱	۱۸،۰	۱،۴	۱۷،۰	-۱/۰	۱۶،۸	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۲/۶)
۰،۹	۱۶،۰	۰،۰	۱۶،۹	۰،۱	۱۸،۰	۱،۴	۱۷،۰	-۰/۹	۱۶،۹	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۴/۵)
۰،۹	۱۶،۰	۰،۰	۱۶،۹	۰،۱	۱۸،۰	۱،۴	۱۷،۰	-۱/۰	۱۶،۸	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۴/۵)
۰،۹	۱۶،۰	۰،۰	۱۶،۹	۰،۱	۱۸،۰	۱،۴	۱۷،۰	-۰/۹	۱۶،۹	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۴/۵)
۰،۸	۱۵،۹	۰،۰	۱۶،۹	۰،۱	۱۸،۰	۱،۴	۱۷،۰	-۰/۸	۱۷،۰	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۸/۵)
۰،۸	۱۵،۹	-۰/۱	۱۶،۸	۰،۱	۱۸،۰	۱،۴	۱۷،۰	-۰/۹	۱۶،۹	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۸/۵)
۰،۸	۱۵،۹	۰،۰	۱۶،۹	۰،۱	۱۸،۰	۱،۴	۱۷،۰	-۰/۸	۱۷،۰	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۸/۵)
۱۶،۷		۱۸،۲		۱۹،۱		۱۷،۱		۱۹،۱		<b>دوره پایه (فوریه)</b>
۰،۷	۱۷،۴	۰،۹	۱۹،۱	۱،۱	۲۰،۲	۱،۲	۱۸،۳	۰،۱	۱۹،۲	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۲/۶)
۰،۷	۱۷،۴	۰،۹	۱۹،۱	۱،۰	۲۰،۱	۱،۴	۱۸،۵	۰،۲	۱۹،۳	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۲/۶)
۰،۷	۱۷،۴	۰،۹	۱۹،۱	۱،۱	۲۰،۲	۱،۲	۱۸،۳	۰،۱	۱۹،۲	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۲/۶)
۰،۷	۱۷،۴	۰،۹	۱۹،۱	۱،۱	۲۰،۲	۱،۳	۱۸،۴	۰،۲	۱۹،۳	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۴/۵)
۰،۸	۱۷،۵	۰،۹	۱۹،۱	۱،۱	۲۰،۲	۱،۳	۱۸،۴	۰،۲	۱۹،۳	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۴/۵)
۰،۷	۱۷،۴	۰،۹	۱۹،۱	۱،۱	۲۰،۲	۱،۳	۱۸،۴	۰،۲	۱۹،۳	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۴/۵)
۰،۷	۱۷،۴	۰،۸	۱۹،۰	۱،۳	۲۰،۴	۱،۲	۱۸،۳	۰،۳	۱۹،۴	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۸/۵)
۰،۷	۱۷،۴	۰،۹	۱۹،۱	۱،۲	۲۰،۳	۱،۲	۱۸،۳	۰،۲	۱۹،۳	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۸/۵)
۰،۷	۱۷،۴	۰،۸	۱۹،۰	۱،۳	۲۰،۴	۱،۲	۱۸،۳	۰،۳	۱۹،۴	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۸/۵)
۲۰،۴		۲۱،۴		۲۲،۳		۲۰،۶		۲۲،۵		<b>دوره پایه (مارس)</b>
۰،۳	۲۰،۷	۰،۰	۲۱،۴	۱،۰	۲۲،۳	۰،۸	۲۱،۴	۰،۲	۲۲،۷	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۲/۶)
۰،۲	۲۰،۶	-۰/۱	۲۱،۳	۰،۸	۲۲،۱	۰،۷	۲۱،۳	۰،۱	۲۲،۶	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۲/۶)
۰،۳	۲۰،۷	۰،۰	۲۱،۴	۱،۰	۲۲،۳	۰،۸	۲۱،۴	۰،۲	۲۲،۷	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۲/۶)
۰،۳	۲۰،۷	۰،۰	۲۱،۴	۰،۹	۲۲،۲	۰،۶	۲۱،۲	۰،۲	۲۲،۷	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۴/۵)
۰،۳	۲۰،۷	۰،۰	۲۱،۴	۰،۹	۲۲،۲	۰،۷	۲۱،۳	۰،۲	۲۲،۷	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۴/۵)
۰،۳	۲۰،۷	۰،۰	۲۱،۴	۰،۹	۲۲،۲	۰،۶	۲۱،۲	۰،۲	۲۲،۷	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۴/۵)
۰،۴	۲۰،۸	۰،۱	۲۱،۵	۱،۱	۲۲،۴	۰،۶	۲۱،۲	۰،۳	۲۲،۸	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۸/۵)
۰،۳	۲۰،۷	۰،۰	۲۱،۴	۱،۰	۲۲،۳	۰،۷	۲۱،۳	۰،۲	۲۲،۷	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۸/۵)
۰،۴	۲۰،۸	۰،۱	۲۱،۵	۱،۱	۲۲،۴	۰،۶	۲۱،۲	۰،۳	۲۲،۸	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۸/۵)
۲۴،۸		۲۵،۴		۲۶،۳		۲۵،۱		۲۶،۲		<b>دوره پایه (آوریل)</b>
۰،۰	۲۴،۸	۰،۰	۲۵،۴	۰،۱	۲۶،۴	۰،۲-	۲۴،۹	۱،۰	۲۷،۲	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۲/۶)
۰،۲-	۲۴،۶	۰،۰	۲۵،۴	۰،۱	۲۶،۴	۰،۴-	۲۴،۷	۰،۷	۲۶،۹	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۲/۶)
۰،۰	۲۴،۸	۰،۰	۲۵،۴	۰،۱	۲۶،۴	۰،۲-	۲۴،۹	۱،۰	۲۷،۲	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۲/۶)
۰،۲	۲۵،۰	۰،۲	۲۵،۶	۰،۲	۲۶،۵	۰،۱	۲۵،۲	۱،۲	۲۷،۴	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۴/۵)
۰،۲	۲۵،۰	۰،۲	۲۵،۶	۰،۲	۲۶،۵	۰،۰	۲۵،۱	۱،۱	۲۷،۳	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۴/۵)
۰،۲	۲۵،۰	۰،۲	۲۵،۶	۰،۲	۲۶،۵	۰،۱	۲۵،۲	۱،۲	۲۷،۴	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۴/۵)
۰،۶	۲۵،۴	۰،۵	۲۵،۹	۰،۴	۲۶،۷	۰،۵	۲۵،۶	۱،۸	۲۸،۰	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۸/۵)
۰،۳	۲۵،۱	۰،۳	۲۵،۷	۰،۲	۲۶،۵	۰،۲	۲۵،۳	۱،۳	۲۷،۵	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۸/۵)
۰،۶	۲۵،۴	۰،۵	۲۵،۹	۰،۴	۲۶،۷	۰،۵	۲۵،۶	۱،۸	۲۸،۰	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۸/۵)
۲۹،۳		۲۹،۷		۳۰،۲		۲۹،۸		۳۰،۳		<b>دوره پایه (می)</b>
۰،۱	۲۹،۴	۰،۰	۲۹،۷	-۰/۹	۲۹،۳	۰،۱	۲۹،۹	۰،۴	۳۰،۷	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۲/۶)
۰،۲	۲۹،۵	۰،۰	۲۹،۷	-۰/۹	۲۹،۳	۰،۲	۳۰	۰،۴	۳۰،۷	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۲/۶)
۰،۱	۲۹،۴	۰،۰	۲۹،۷	-۰/۹	۲۹،۳	۰،۱	۲۹،۹	۰،۴	۳۰،۷	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۲/۶)
۰،۴	۲۹،۷	۰،۲	۲۹،۹	-۰/۹	۲۹،۳	۰،۴	۳۰،۲	۰،۶	۳۰،۹	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۴/۵)
۰،۴	۲۹،۷	۰،۱	۲۹،۸	-۰/۸	۲۹،۴	۰،۴	۳۰،۲	۰،۶	۳۰،۹	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۴/۵)
۰،۴	۲۹،۷	۰،۲	۲۹،۹	-۰/۹	۲۹،۳	۰،۴	۳۰،۲	۰،۶	۳۰،۹	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۴/۵)
۱،۱	۳۰،۴	۰،۳	۳۰/۰	-۰/۹	۲۹،۳	۱،۱	۳۰،۹	۰،۷	۳۱/۰	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۸/۵)
۰،۶	۲۹،۹	۰،۲	۲۹،۹	-۰/۹	۲۹،۳	۰،۶	۳۰،۴	۰،۶	۳۰،۹	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۸/۵)
۱،۱	۳۰،۴	۰،۳	۳۰/۰	-۰/۹	۲۹،۳	۱،۱	۳۰،۹	۰،۷	۳۱/۰	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۸/۵)

مأخذ: محاسبات آماری نگارندگان (اعداد داخل پرانتز سناریوهای RCP هستند).

## ادامه جدول ۵: تغییرات دمای ماهانه پیش‌بینی شده، نسبت میانگین دمای پایه طی دوره‌های مختلف (۲۰۱۱-۲۱۰۰)

غرب حوضه		شمال حوضه		جنوب حوضه		شرق حوضه		مرکز حوضه		دوره‌های زمانی
تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	
۳۳٫۶		۳۳٫۳		۳۳٫۷		۳۳٫۶		۳۳٫۲		دوره پایه (ژوئن)
-۰٫۵	۳۳٫۱	-۰٫۱	۳۳٫۲	-۰٫۹	۳۳٫۶	-۱٫۲	۳۱٫۴	-۰٫۲	۳۳	۲۰۴-۲۰۱۱(۲/۶)
-۰٫۵	۳۳٫۱	-۰٫۲	۳۳٫۱	-۰٫۹	۳۳٫۶	-۱٫۲	۳۱٫۴	-۰٫۲	۳۳	۲۰۷-۲۰۴۱(۲/۶)
-۰٫۵	۳۳٫۱	-۰٫۱	۳۳٫۲	-۰٫۹	۳۳٫۶	-۱٫۲	۳۱٫۴	-۰٫۲	۳۳	۲۱۰-۲۰۷۱(۲/۶)
-۰٫۴	۳۳٫۲	-۰٫۱	۳۳٫۲	۱٫۰	۳۳٫۷	-۱٫۳	۳۱٫۳	-۰٫۲	۳۳	۲۰۴-۲۰۱۱(۴/۵)
-۰٫۵	۳۳٫۱	-۰٫۱	۳۳٫۲	-۰٫۹	۳۳٫۶	-۱٫۲	۳۱٫۴	-۰٫۲	۳۳	۲۰۷-۲۰۴۱(۴/۵)
-۰٫۴	۳۳٫۲	-۰٫۱	۳۳٫۲	۱٫۰	۳۳٫۷	-۱٫۳	۳۱٫۳	-۰٫۲	۳۳	۲۱۰-۲۰۷۱(۴/۵)
-۰٫۱	۳۳٫۵	-۰٫۲	۳۳٫۵	۱٫۳	۳۴	-۱٫۵	۳۱٫۱	-۰٫۲	۳۳	۲۰۴-۲۰۱۱(۸/۵)
-۰٫۴	۳۳٫۲	-۰٫۱	۳۳٫۲	۱٫۰	۳۳٫۷	-۱٫۴	۳۱٫۲	-۰٫۲	۳۳	۲۰۷-۲۰۴۱(۸/۵)
-۰٫۱	۳۳٫۵	-۰٫۲	۳۳٫۵	۱٫۳	۳۴٫۰	-۱٫۵	۳۱٫۱	-۰٫۲	۳۳	۲۱۰-۲۰۷۱(۸/۵)
۳۳٫۴		۳۴		۳۳٫۸		۳۳٫۱		۳۴٫۲		دوره پایه (ژوئیه)
۱٫۱	۳۴٫۵	۱٫۴	۳۵٫۴	۲٫۸	۳۵٫۶	-۰٫۹	۳۴٫۰	-۰٫۸	۳۳٫۴	۲۰۴-۲۰۱۱(۲/۶)
۱٫۱	۳۴٫۵	۱٫۴	۳۵٫۴	۲٫۸	۳۵٫۶	-۰٫۹	۳۴٫۰	-۰٫۷	۳۳٫۵	۲۰۷-۲۰۴۱(۲/۶)
۱٫۱	۳۴٫۵	۱٫۴	۳۵٫۴	۲٫۸	۳۵٫۶	-۰٫۹	۳۴٫۰	-۰٫۸	۳۳٫۴	۲۱۰-۲۰۷۱(۲/۶)
۱٫۴	۳۴٫۸	۱٫۱	۳۵٫۱	۲٫۹	۳۵٫۷	-۰٫۹	۳۴٫۰	-۰٫۹	۳۳٫۳	۲۰۴-۲۰۱۱(۴/۵)
۱٫۲	۳۴٫۶	۱٫۳	۳۵٫۳	۲٫۸	۳۵٫۶	-۰٫۹	۳۴٫۰	-۰٫۸	۳۳٫۴	۲۰۷-۲۰۴۱(۴/۵)
۱٫۴	۳۴٫۸	۱٫۱	۳۵٫۱	۲٫۹	۳۵٫۷	-۰٫۹	۳۴٫۰	-۰٫۹	۳۳٫۳	۲۱۰-۲۰۷۱(۴/۵)
۲٫۰	۳۵٫۴	-۰٫۵	۳۴٫۵	۳٫۱	۳۵٫۹	-۰٫۷	۳۳٫۸	-۱٫۲	۳۳	۲۰۴-۲۰۱۱(۸/۵)
۱٫۴	۳۴٫۸	۱٫۰	۳۵٫۰	۲٫۹	۳۵٫۷	-۰٫۸	۳۳٫۹	-۰٫۹	۳۳٫۳	۲۰۷-۲۰۴۱(۸/۵)
۲٫۰	۳۵٫۴	-۰٫۵	۳۴٫۵	۳٫۱	۳۵٫۹	-۰٫۷	۳۳٫۸	-۱٫۲	۳۳	۲۱۰-۲۰۷۱(۸/۵)
۳۳٫۷		۳۳٫۹		۳۱٫۹		۳۳٫۴		۳۳٫۹		دوره پایه (اگوست)
-۰٫۵	۳۳٫۲	-۱٫۲	۳۳٫۷	-۰٫۹	۳۱	۱٫۰	۳۳٫۴	-۰٫۱	۳۴	۲۰۴-۲۰۱۱(۲/۶)
-۰٫۵	۳۳٫۲	-۱٫۲	۳۳٫۷	-۰٫۹	۳۱	۱٫۰	۳۳٫۴	-۰٫۱	۳۴	۲۰۷-۲۰۴۱(۲/۶)
-۰٫۵	۳۳٫۲	-۱٫۲	۳۳٫۷	-۰٫۹	۳۱	۱٫۰	۳۳٫۴	-۰٫۱	۳۴	۲۱۰-۲۰۷۱(۲/۶)
-۰٫۵	۳۳٫۲	-۱٫۳	۳۳٫۶	-۰٫۹	۳۱	۱٫۱	۳۳٫۵	-۰٫۱	۳۴	۲۰۴-۲۰۱۱(۴/۵)
-۰٫۵	۳۳٫۲	-۱٫۲	۳۳٫۷	-۰٫۹	۳۱	۱٫۰	۳۳٫۴	-۰٫۱	۳۴	۲۰۷-۲۰۴۱(۴/۵)
-۰٫۵	۳۳٫۲	-۱٫۳	۳۳٫۶	-۰٫۹	۳۱	۱٫۱	۳۳٫۵	-۰٫۱	۳۴	۲۱۰-۲۰۷۱(۴/۵)
-۰٫۶	۳۳٫۳	-۱٫۴	۳۳٫۵	-۰٫۹	۳۱	۱٫۴	۳۳٫۸	-۰٫۱	۳۴	۲۰۴-۲۰۱۱(۸/۵)
-۰٫۵	۳۳٫۲	-۱٫۲	۳۳٫۷	-۰٫۹	۳۱	۱٫۲	۳۳٫۶	-۰٫۱	۳۴	۲۰۷-۲۰۴۱(۸/۵)
-۰٫۶	۳۳٫۳	-۱٫۴	۳۳٫۵	-۰٫۹	۳۱	۱٫۴	۳۳٫۸	-۰٫۱	۳۴	۲۱۰-۲۰۷۱(۸/۵)
۳۰٫۷		۳۱٫۶		۳۰٫۶		۳۰٫۸		۳۲٫۳		دوره پایه (سپتامبر)
-۰٫۳	۳۱	-۰٫۲	۳۱٫۴	۲٫۳	۳۲٫۹	۱٫۱	۳۱٫۹	-۰٫۲	۳۲٫۵	۲۰۴-۲۰۱۱(۲/۶)
-۰٫۳	۳۱	-۰٫۱	۳۱٫۵	۲٫۴	۳۳	۱٫۲	۳۲٫۰	-۰٫۲	۳۲٫۵	۲۰۷-۲۰۴۱(۲/۶)
-۰٫۳	۳۱	-۰٫۲	۳۱٫۴	۲٫۳	۳۲٫۹	۱٫۱	۳۱٫۹	-۰٫۲	۳۲٫۵	۲۱۰-۲۰۷۱(۲/۶)
-۰٫۳	۳۱	-۰٫۱	۳۱٫۵	۲٫۵	۳۳٫۱	۱٫۲	۳۲٫۰	-۰٫۲	۳۲٫۵	۲۰۴-۲۰۱۱(۴/۵)
-۰٫۳	۳۱	-۰٫۱	۳۱٫۵	۲٫۵	۳۳٫۱	۱٫۲	۳۲٫۰	-۰٫۲	۳۲٫۵	۲۰۷-۲۰۴۱(۴/۵)
-۰٫۳	۳۱	-۰٫۱	۳۱٫۵	۲٫۵	۳۳٫۱	۱٫۲	۳۲٫۰	-۰٫۲	۳۲٫۵	۲۱۰-۲۰۷۱(۴/۵)
-۰٫۳	۳۱	-۰٫۱	۳۱٫۷	۳٫۱	۳۳٫۷	۱٫۶	۳۲٫۴	-۰٫۱	۳۲٫۲	۲۰۴-۲۰۱۱(۸/۵)
-۰٫۳	۳۱	-۰٫۱	۳۱٫۵	۲٫۷	۳۳٫۳	۱٫۳	۳۲٫۱	-۰٫۱	۳۲٫۴	۲۰۷-۲۰۴۱(۸/۵)
-۰٫۳	۳۱	-۰٫۱	۳۱٫۷	۳٫۱	۳۳٫۷	۱٫۶	۳۲٫۴	-۰٫۱	۳۲٫۲	۲۱۰-۲۰۷۱(۸/۵)
۳۷		۳۷٫۹		۳۸٫۱		۳۷٫۴		۳۹٫۳		دوره پایه (اکتبر)
۱٫۳	۳۸٫۳	-۰٫۵	۳۸٫۴	-۰٫۶	۳۸٫۷	۱٫۳	۳۸٫۷	-۰٫۶	۳۹٫۹	۲۰۴-۲۰۱۱(۲/۶)
۱٫۳	۳۸٫۳	-۰٫۵	۳۸٫۴	-۰٫۶	۳۸٫۷	۱٫۴	۳۸٫۸	-۰٫۶	۳۹٫۹	۲۰۷-۲۰۴۱(۲/۶)
۱٫۳	۳۸٫۳	-۰٫۵	۳۸٫۴	-۰٫۶	۳۸٫۷	۱٫۳	۳۸٫۷	-۰٫۶	۳۹٫۹	۲۱۰-۲۰۷۱(۲/۶)
۱٫۴	۳۸٫۴	-۰٫۵	۳۸٫۴	-۰٫۷	۳۸٫۸	۱٫۵	۳۸٫۹	-۰٫۶	۳۹٫۹	۲۰۴-۲۰۱۱(۴/۵)
۱٫۳	۳۸٫۳	-۰٫۶	۳۸٫۵	-۰٫۷	۳۸٫۸	۱٫۴	۳۸٫۸	-۰٫۶	۳۹٫۹	۲۰۷-۲۰۴۱(۴/۵)
۱٫۴	۳۸٫۴	-۰٫۵	۳۸٫۴	-۰٫۷	۳۸٫۸	۱٫۵	۳۸٫۹	-۰٫۶	۳۹٫۹	۲۱۰-۲۰۷۱(۴/۵)
۲٫۰	۳۹٫۰	۱٫۲	۳۹٫۱	۱٫۱	۳۹٫۲	۲٫۳	۳۹٫۷	-۰٫۸	۳۰٫۱	۲۰۴-۲۰۱۱(۸/۵)
۱٫۴	۳۸٫۴	-۰٫۶	۳۸٫۵	-۰٫۷	۳۸٫۸	۱٫۶	۳۹٫۰	-۰٫۵	۳۹٫۸	۲۰۷-۲۰۴۱(۸/۵)
۲٫۰	۳۹٫۰	۱٫۲	۳۹٫۱	۱٫۱	۳۹٫۲	۲٫۳	۳۹٫۷	-۰٫۸	۳۰٫۱	۲۱۰-۲۰۷۱(۸/۵)

ماخذ: محاسبات آماری نگارندگان (اعداد داخل پرانتز سناریوهای RCP هستند).

ادامه جدول ۵: تغییرات دمای ماهانه پیش‌بینی شده، نسبت میانگین دمای پایه طی دوره‌های مختلف (۲۰۱۱-۲۰۱۰)

غرب حوضه		شمال حوضه		جنوب حوضه		شرق حوضه		مرکز حوضه		دوره‌های زمانی
تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	تغییرات	دما	
۲۱/۷		۳۳		۲۳/۶		۲۲/۱		۲۴/۳		دوره پایه (نوامبر)
۱,۴	۲۳/۱	-۰,۵	۲۳/۵	۱,۱	۲۴/۷	۱,۹	۲۴/۰	۱,۳	۲۵/۶	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۲/۶)
۱,۵	۲۳/۲	-۰,۷	۲۳/۷	۱,۱	۲۴/۷	۲,۰	۲۴/۱	۱,۳	۲۵/۶	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۲/۶)
۱,۴	۲۳/۱	-۰,۵	۲۳/۵	۱,۱	۲۴/۷	۱,۹	۲۴/۰	۱,۳	۲۵/۶	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۲/۶)
۱,۹	۲۳/۶	۱,۱	۲۴/۱	۱,۲	۲۴/۸	۲,۴	۲۴/۵	۱,۴	۲۵/۷	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۴/۵)
۱,۸	۲۳/۵	۱,۰	۲۴	۱,۲	۲۴/۸	۲,۲	۲۴/۳	۱,۳	۲۵/۶	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۴/۵)
۱,۹	۲۳/۶	۱,۱	۲۴/۱	۱,۲	۲۴/۸	۲,۴	۲۴/۵	۱,۴	۲۵/۷	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۴/۵)
۲,۶	۲۴/۳	۲,۰	۲۵	۱,۶	۲۵/۲	۳,۰	۲۵/۱	۱,۶	۲۵/۹	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۸/۵)
۲,۰	۲۳/۷	۱,۳	۲۴/۳	۱,۳	۲۴/۹	۲,۴	۲۴/۵	۱,۴	۲۵/۷	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۸/۵)
۲,۶	۲۴/۳	۲,۰	۲۵	۱,۶	۲۵/۲	۳,۰	۲۵/۱	۱,۶	۲۵/۹	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۸/۵)
۱۶/۸		۱۸/۷		۱۹/۵		۱۷/۲		۱۹/۵		دوره پایه (دسامبر)
۲,۲	۱۹	۱,۲	۱۹/۹	۱,۳	۲۰/۸	۲,۸	۲۰	۱,۵	۲۱/۰	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۲/۶)
۲,۲	۱۹	۱,۳	۲۰/۰	۱,۵	۲۱/۰	۲,۸	۲۰	۱,۵	۲۱/۰	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۲/۶)
۲,۲	۱۹	۱,۲	۱۹/۹	۱,۳	۲۰/۸	۲,۸	۲۰	۱,۵	۲۱/۰	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۲/۶)
۲,۲	۱۹	۱,۴	۲۰/۱	۱,۶	۲۱/۱	۲,۸	۲۰	۱,۵	۲۱/۰	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۴/۵)
۲,۲	۱۹	۱,۳	۲۰	۱,۶	۲۱/۱	۲,۸	۲۰	۱,۵	۲۱/۰	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۴/۵)
۲,۲	۱۹	۱,۴	۲۰/۱	۱,۶	۲۱/۱	۲,۸	۲۰	۱,۵	۲۱/۰	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۴/۵)
۲,۲	۱۹	۱,۶	۲۰/۳	۲,۲	۲۱/۷	۲,۸	۲۰	۱,۵	۲۱/۰	۲۰۴۰-۲۰۱۱(۸/۵)
۲,۲	۱۹	۱,۵	۲۰/۲	۱,۸	۲۱/۳	۲,۸	۲۰	۱,۵	۲۱/۰	۲۰۷۰-۲۰۴۱(۸/۵)
۲,۲	۱۹	۱,۶	۲۰/۳	۲,۲	۲۱/۷	۲,۸	۲۰	۱,۵	۲۱/۰	۲۱۰۰-۲۰۷۱(۸/۵)

ماخذ: محاسبات آماری نگارندگان (اعداد داخل پرانتز سناریوهای RCP هستند).

ماه ژوئیه که مصادف با اولین ماه تابستان می‌باشد در ایران از ماه‌هایی با میانگین دمایی بالا به خصوص در جنوب کشور مشخص می‌شود در این ماه میانگین پایه دما در تمامی بخش‌های حوضه ۳۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بر پایه پیش‌بینی‌های انجام شده با سه سناریوی RCP 2.6، RCP 4.5 و RCP 8.5 این‌گونه استنباط می‌شود که در تمامی بخش‌های حوضه مورد مطالعه، در تمامی دوره‌های ۳۰ ساله به جز ناحیه مرکزی حوضه میناب، از روند افزایش میانگین دمایی برخوردار بوده‌اند. تنها ناحیه مرکزی حوضه میناب با ۱ درجه کاهش دما در هر ۳ سناریو نسبت به سایر بخش‌های حوضه مشاهده می‌شود. در ماه آگوست تمامی بخش‌های مورد مطالعه، در تمامی دوره‌های ۳۰ ساله، تحت پیش‌بینی سناریوهای RCP 2.6، RCP 4.5 و RCP 8.5 به جز بخش شمالی حوضه میناب دارای ۱ تا ۲ درجه افزایش میانگین در دوره‌های ۳۰ ساله می‌باشند. بخش شمالی حوضه میناب در این ماه از کاهش نسبی دمای میانگین به اندازه ۱ درجه سانتی‌گراد برخوردار می‌باشند. ماه سپتامبر مصادف با آخرین ماه از فصل تابستان می‌باشد. در این ماه بر اساس سناریوی RCP 2.6 در تمامی دوره‌ها از ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ میانگین دمای پیش‌بینی شده از روند افزایش دمایی برخوردار بوده است. بخش شرقی حوضه میناب حتی تا ۲ درجه افزایش دمایی در دوره‌های ۲۰۴۰ تا ۲۱۰۰ پیش‌بینی می‌شود. در نتیجه با توجه به وضع موجود در سناریوهای مورد بررسی، سپتامبر سال‌های پیش‌بینی شده گرم‌تر از حال حاضر می‌شود. در ماه‌های اکتبر، نوامبر و دسامبر در تمام سناریوها روند افزایش دما ۱ تا ۳ درجه مشاهده می‌شود. در بعضی بخش‌های حوضه مثل بخش مرکزی حوضه میناب این مقادیر افزایشی کمتر از ۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین این روند



افزایشی در سناریو RCP 8.5 در برخی بخش‌های حوضه در حدود ۳ درجه سانتی‌گراد است. باتوجه به نتایج بالا می‌توان نتیجه گرفت که ماه‌های سرد سال به سمت گرم شدن و ماه‌های گرم سال مثل تابستان و بهار به سمت گرم‌تر شدن میل می‌کنند.

### تغییرات روند میانگین دمای سالانه پیش‌بینی شده حوضه میناب طی دوره (۲۰۱۱-۲۱۰۰)

به منظور بررسی و تحلیل دقیق‌تر وضعیت دمای آینده حوضه رودخانه میناب، میانگین دمای ماهانه طی دوره‌های مختلف در جدول ۶ آورده شده است. با توجه به میانگین دمای ماهانه مشاهده شده مجموع ایستگاه‌های مورد مطالعه و مقادیر پیش‌بینی شده طی دوره ۲۰۱۱ تا ۲۱۰۰ برای هر ۳ دوره ۳۰ ساله بر اساس سناریوهای RCP 2.6, 4.5, 8.5 برای ماه‌های ژانویه، فوریه و مارس در فصل زمستان روند افزایش دما و به عبارتی زمستان گرم‌تر نسبت به زمان حال پیش‌بینی شده است. همچنین در فصل بهار برای ماه آوریل برای دوره اول کاهش دما و دوره آخر (۲۱۰۰-۲۰۱۱) افزایش میانگین دما مشاهده می‌شود. ماه‌های می و ژوئن نیز دارای روند کاهشی دما می‌باشد. در ماه‌های جولای، آگوست و سپتامبر نیز از روندی افزایشی ولی نه چندان محسوس برخوردار بوده‌اند. در ماه‌های اکتبر، نوامبر و دسامبر نیز روند افزایش دمایی به خوبی مشاهده می‌شود. باتوجه به نتایج بالا می‌توان نتیجه گرفت که ماه‌های سرد سال نسبت به ماه‌های گرم سال بیشتر به سمت گرم شدن میل می‌کنند.

جدول ۶: تغییرات دمای ماهانه پیش‌بینی شده، به نسبت میانگین دمای واقعی طی دوره‌های مختلف (۲۰۱۱-۲۱۰۰)

Dec	Dec	Nov	Oct	Sep	Aug	Jul	Jun	May	Apr	Mar	Feb	دوره‌های زمانی
<b>RCP 2.6</b>												
۱۸/۲	۲۲/۷	۲۷/۸	۳۱/۰	۳۲/۸	۳۳/۴	۳۲/۶	۲۹/۹	۲۵/۳	۲۱/۲	۱۷/۸	۱۶/۵	دوره پایه
۱۹/۸	۲۳/۸	۲۸/۶	۳۱/۸	۳۲/۸	۳۴/۶	۳۲/۴	۲۹/۵	۲۵/۲	۲۱/۷	۱۸/۷	۱۶/۸	۲۰۴۰-۲۰۱۱
۱۹/۸	۲۳/۹	۲۸/۷	۳۱/۹	۳۲/۸	۳۴/۶	۳۲/۴	۲۹/۵	۲۵/۳	۲۱/۶	۱۸/۷	۱۶/۸	۲۰۷۰-۲۰۴۱
۱۹/۸	۲۳/۹	۲۸/۷	۳۱/۸	۳۲/۸	۳۴/۶	۳۲/۴	۲۹/۵	۲۵/۴	۲۱/۷	۱۸/۷	۱۶/۸	۲۱۰۰-۲۰۷۱
<b>RCP 4.5</b>												
۱۸/۲	۲۲/۷	۲۷/۸	۳۱/۰	۳۲/۸	۳۳/۴	۳۲/۶	۲۹/۹	۲۵/۳	۲۱/۲	۱۷/۸	۱۶/۵	دوره پایه
۱۹/۸	۲۳/۷	۲۸/۵	۳۱/۹	۳۲/۸	۳۴/۴	۳۲/۴	۲۹/۵	۲۵/۳	۲۱/۶	۱۸/۷	۱۶/۸	۲۰۴۰-۲۰۱۱
۱۹/۹	۲۴/۱	۲۸/۸	۳۲/۰	۳۲/۸	۳۴/۳	۳۲/۴	۲۹/۷	۲۵/۶	۲۱/۶	۱۸/۸	۱۶/۸	۲۰۷۰-۲۰۴۱
۱۹/۹	۲۴/۳	۲۸/۸	۳۲/۱	۳۲/۸	۳۴/۳	۳۲/۴	۲۹/۸	۲۵/۶	۲۱/۶	۱۸/۷	۱۶/۸	۲۱۰۰-۲۰۷۱
<b>RCP 8.5</b>												
۱۸/۲	۲۲/۷	۲۷/۸	۳۱/۰	۳۲/۸	۳۳/۴	۳۲/۶	۲۹/۹	۲۵/۳	۲۱/۲	۱۷/۸	۱۶/۵	دوره پایه
۱۹/۸	۲۳/۹	۲۸/۷	۳۱/۸	۳۲/۸	۳۴/۶	۳۲/۴	۲۹/۵	۲۵/۲	۲۱/۶	۱۸/۷	۱۶/۸	۲۰۴۰-۲۰۱۱
۲۰/۰	۲۴/۴	۲۸/۹	۳۲/۰	۳۲/۸	۳۴/۶	۳۲/۵	۲۹/۷	۲۵/۷	۲۱/۷	۱۸/۸	۱۶/۸	۲۰۷۰-۲۰۴۱
۲۰/۱	۲۴/۹	۲۹/۴	۳۲/۲	۳۲/۸	۳۴/۵	۳۲/۶	۲۹/۹	۲۵/۹	۲۱/۸	۱۸/۸	۱۶/۸	۲۱۰۰-۲۰۷۱

ماخذ: محاسبات آماری نگارندگان

## نتیجه‌گیری

تغییر اقلیم پدیده پیچیده اتمسفری-اقیانوسی در مقیاس جهانی و دراز مدت است که متأثر از عوامل مختلفی چون فعالیت‌های خورشیدی، آتشفشان‌ها، گازهای گلخانه‌ای اتمسفر و نهایتاً فعالیت‌های انسانی می‌باشد. این تغییر منجر به دگرگونی در وضع آب و هوا، تغییر مکانی و زمان بارش و دما، جریانات سطحی، تبخیر و ... خواهد شد. به منظور مدل‌سازی دما برای حوضه میناب و بررسی تغییرات اقلیمی بر روی بخش‌های مختلف حوضه از سناریوهای RCP تحت سه سناریوی ۲/۶، ۴/۵، ۸/۵ بهره گرفته شده است. در سناریوی RCP۲/۶، میزان غلظت CO<sub>2</sub> را تا سال ۲۱۰۰، ۴۹۰ میلی گرم در لیتر و اثر آن بر نگهداشت تابشی را ۲/۶ وات بر متر مربع تخمین زده است. این مقادیر در سناریوی RCP4.5 به ترتیب ۶۵۰ میلی گرم در لیتر و ۴/۵ وات بر متر مربع و در سناریوی RCP 8.5 به ترتیب ۱۳۷۰ میلی گرم لیتر و ۵/۸ وات بر متر مربع تخمین زده شده است (IPCC, ۲۰۰۷). به منظور بررسی ضرایب همبستگی بین داده‌های مشاهده شده و متغیرهای پیش‌بینی با استفاده از SDSM، ضرایب همبستگی بین داده‌ها بررسی و برآورد شد. نتایج نشان می‌دهد که تمامی بخش‌های حوضه با ۵ متغیر  $mslpgl$ ,  $p500-gl$ ,  $p5-ugl$ ,  $p5-fgl$  و  $tempgl$  بیشترین همبستگی را دارا می‌باشد. در ارزیابی مدل RCP بر روی شبیه‌سازی داده‌های دما در بازه سالانه در اکثر بخش‌های حوضه مورد مطالعه بیشترین همبستگی را در فرآیند شبیه‌سازی داشته‌اند. در بین آن‌ها فقط ناحیه مرکزی حوضه میناب کم‌ترین مقدار همبستگی را نسبت به سایر بخش‌های حوضه‌ها داشته است. در نتیجه مدل RCP دارای بهترین عملکرد را در فرآیند ارزیابی داشته است. در بررسی ماه‌های زمستان نیز تمامی بخش‌های حوضه بیش‌ترین همبستگی را در شبیه‌سازی دمای ماهانه داشته‌اند. در ماه‌های بهار، ماه آوریل نسبت به ماه‌های می و ژوئیه از همبستگی ضعیف‌تری برخوردار بوده است. در فصل تابستان همبستگی بین متغیرها به نسبت ماه‌های بهار و زمستان از مقدار کمتری برخوردار بوده است. در فصل پاییز نیز همانند سایر فصل‌ها، بیشترین همبستگی بین مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی داشته است.

در مقایسه میانگین دمای ماهانه مشاهده شده و مقادیر پیش‌بینی شده بخش‌های حوضه میناب تا سال ۲۱۰۰ نشان داد که تغییرات دما تفاوت چشمگیری با مشاهدات واقعی داشته است. تنها ناحیه مرکزی حوضه میناب از روند افزایش میانگین دمایی ضعیف‌تری نسبت به سایر بخش‌های حوضه مورد مطالعه برخوردار بوده است. به طور کلی بر اساس سناریوهای RCP 2.6، RCP 4.5 و RCP 8.5 اینگونه استنباط شد که تمامی بخش‌های حوضه دارای روند افزایش دما به مقدار یک درجه سانتی‌گراد می‌باشد در مقیاس ماهانه و در ماه ژانویه تمام بخش‌های حوضه از روند کاهش دما به مقدار یک درجه سانتی‌گراد برخوردار بوده است. در ماه فوریه و مارس نیز تمامی بخش‌های حوضه مورد مطالعه از روند افزایش دما به مقدار یک درجه همانند ژانویه برخوردار بوده است. با این‌وجود بیشتر محققین در مطالعات خودشان بیشتر افزایش دما را پیش‌بینی کردند (اشرف و همکاران، ۱۳۹۰). در فصل بهار (ماه‌های آوریل، می و ژوئن) تمام بخش‌های حوضه مورد مطالعه دارای افزایش روند دما به اندازه یک درجه دما سانتی‌گراد مشاهده می‌شود. در حالی که بخش مرکزی حوضه میناب در سناریوهای RCP 2.6 و RCP 4.5 از روند کاهشی ولی ضعیف برخوردار بوده است در تمامی

ماه‌های فصل تابستان نیز تمامی بخش‌های حوضه از روند افزایش دما برخوردار بوده‌اند به خصوص بخش شرقی حوضه میناب که با ۲ تا ۳ درجه افزایش میانگین دمای ماهانه بیشتری را تجربه می‌کنند. از طرفی دیگر خروجی دو الگوی گردش عمومی جو داده‌های HadCM2 و ECHAM4 و مدل MAGICC-SCENGEN دمای تمامی استان‌های ایران تا سال ۲۱۰۰ به‌طور متوسط ۲ تا ۳/۶ درجه سانتی‌گراد پیش‌بینی کرده‌اند (عباسی و اثمیری، ۱۳۹۱). در بررسی سناریوهای پیش‌بینی در ماه‌های فصل پاییز اینگونه استنباط شد که تمامی بخش‌های حوضه از روند افزایش دمای ماهانه برخوردار بوده است. به‌طور کلی اینگونه می‌توان گفت که تمامی بخش‌های حوضه مورد مطالعه در پیش‌بینی مقادیر دما از روند افزایشی برخوردار خواهند بود.

## منابع

- ۱- آذر، عادل؛ مؤمنی، منصور، (۱۳۸۸): آمار و کاربرد آن در مدیریت. تهران: انتشارات سمت. جلد دوم.
- ۲- اشرف، بتول؛ موسوی بایگی، محمد؛ کمالی، غلامعلی، داوری، کامران، (۱۳۹۰): پیش‌بینی تغییرات فصلی پارامترهای اقلیمی در ۲۰ سال آن با استفاده از ریزمقیاس نمایی آماری داده‌های مدل Hadcm3 مطالعه موردی خراسان رضوی. مجله آب و خاک. دوره ۲۵. شماره ۴، صص ۹۴۵-۹۵۷.
- ۳- دهقانی پور، امیرحسین؛ حسن زاده، محمد جواد؛ عطاری، جلال؛ عراقی‌نژاد، شهاب، (۱۳۹۰): ارزیابی توانمندی مدل SDSM در ریزنمایی بارش، دما و تبخیر (مطالعه موردی، ایستگاه سینوپتیک تبریز)، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، ۱۸ تا ۲۰ بهمن ۱۳۹۰.
- ۴- روحی پناه، فاطمه، میرکنی، سید مجید، مساح یوانی، علی رضا، (۱۳۹۴): بررسی توانمندی مدل SDSM در ریزمقیاس نمایی دما و بارش در اقلیم گرم و خشک (بررسی موردی: ایستگاه‌های یزد و طبس). مجله ژئوفیزیک ایران. جلد ۹. شماره ۴، ۱۲۵-۱۰۴.
- ۵- عباسی، فاطمه و باباییان، ایمان و ملبوسی، شراره و ایمری، مرتضی و گلی مختاری، لیلی (۱۳۹۱): ارزیابی تغییر اقلیم ایران در دهه‌های آینده (۲۰۲۵-۲۱۰۰) با استفاده از ریزمقیاس نمایی مدل‌های گردش عمومی جو، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۰۴، صص ۱۷۹۷۹-۱۸۰۰۵.
- ۶- عساکره، حسین، (۱۳۹۱): تحلیل تغییرات مؤلفه‌های مبنای نمایه‌های فرین بارش شهر زنجان. مجله تحقیقات جغرافیایی. شماره ۱۰۵. صص ۱۸۵۹-۱۸۰۴۱.
- 7- Brown, Cheryl A. Sharp, Darrin, Collura, T. Chris Mochon, (2016): Effect of Climate Change on Water Temperature and Attainment of Water Temperature Criteria in The Yaquina Estuary, Oregon (USA). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 169,136-146.
- 8- Caserini, Stefano, et al. (2017): Influence of Climate Change on The Frequency of Daytime Temperature Inversions and Stagnation Events in The Po Valley: Historical Trend and Future Projections. *Atmospheric Research*. 184,15-23.
- 9- Collins, M. et al. (2013): Long-Term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility.
- 10- Dracup, J. A. & Vicuna, S. (2005): An Overview of Hydrology and Water Resources Studies on Climate Change: The California Experience. In *World Water Congress*.15-19.
- 11-Ficklin, D.L. Stewart, I.T. Maurer, E.P. (2012): Effects of Projected Climate Change on The Hydrology in The Lake Basin, California. *Climate Change* 116, 111-131.

- 12- Gulacha, Metekiya M. & Mulungu, Deogratias M.M. (2017): Generation of Climate Change Scenarios For Precipitation and Temperature at Local Scales Using SDSM in Wami-Ruvu River Basin Tanzania. *Physics and Chemistry of The Earth*. 100, 62-72.
- 13- Hewitson, B. C. and R. G. Crane. (1992): Large-Scale Atmospheric Controls on Local Precipitation in Tropical Mexico. *Geophysical Research Letters* 19(18), 1835-1838.
- 14- IPCC, (2013): In *Climate Change 2013: The Physical Science Basic Contribution of Working Group 1 To the Fifth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- 15- IPCC. (2007): *Climate Change 2007*. PP.1-8. In: Solomon, S. D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (Eds.), *The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to The Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, UK.
- 16- Lorena, L. V. Leonardo, R. Enrique, and L. Goffredi. (2010): Basin-Scale Water Resources Assessment in Oklahoma Under Systematic Climate Change Scenarios Using A Fully Distributed Hydrologic Model. *J. Hydrol. Eng.* 15, 107-118.
- 17- Miao, C.Y. Duan, Q.Y. Sun, Q.H. and Li, J.D. (2013): Evaluation and Application of Bayesian Multi-Model Estimation in Temperature Simulations. *J. Prog Phys. Geog.* 37, 727-744.
- 18- Najafi, M.R. Zwiers, F.P. and Gillett, N.P. (2015): Attribution of Arctic Temperature Change to Greenhouse- Gas and Aerosol Influences. *J. Nat. Clim. Change*. 5: 3. 246-249. National Research Council. 2. *Reconciling Observations of Global Temperature Change*. National Academy Press, Washington D.C. USA, 85 Pp.
- 19- Paparrizos, S. Maris, F. Matzarakis, A. (2016): Integrated Analysis of Present and Future Responses of Precipitation Over Selected Greek Areas With Different Climate Conditions. *Atmos. Res.* 169 (Part A), 199–208.
- 20- Reshmidevi, T.V. et al. (2017): Estimation of The Climate Change Impact On a Catchment Water Balance Using an Ensemble of GCMs. *Journal of Hydrology*. Available Online 14 February 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.02.016>.
- 21- Salon, S. Cossarini, G. Libralato, S. Gao, X. Solidoro, C. & Giorgi, F. (2008): Downscaling Experiment for The Venice Lagoon. I. Validation of The Present-Day Precipitation Climatology. *Clim. Res.*, 38, 41-31.
- 22- Santer, B.D. K.E. Taylor, T.M. Wigley, T.C. Johns, P.D. Jones, D.J. Karoly, J.F.B. Mitchell, A.H. Oort, J.E. Penner, V. Ramaswamy, M.D. Schwarzkopf, R.J. Stouffer and S. Tett. (1996): A Search For Human Influences on The Thermal Structure of The Atmosphere. *Nature*, 382, 39-46.
- 23- Venkatarman, Kartik; et al. (2016): 21st Century Drought Outlook For Major Climate Divisions of Texas Based on Texas Based on CMIP5 Multimodel Ensemble: Implications For Water Resource Management. *Journal of Hydrology*. 534, 300–316.
- 24- Tan, Mou Leong, Ibrahim, Ab Latif, Yusop, Zulkifli, Chua, Vivien P, Chan, Ngai Weng, (2017): Climate Change Impacts Under CMIP5 RCP Scenarios on Water Resources of The Kelantan River Basin, Malaysia *Atmospheric Research*. 189, 1–10.
- 25- Yue, TianXiang; et al. (2016): CMIP5 Downscaling and Its Uncertainty in China. *Global and Planetary Change*. 414, 30–37.
- 26- Wilby, R. L. C.W. Dawson and E.M. Barrow, (2002): SDSM- A Decision Support Tool for The Assessment of Regional Climate Change Impacts. *Journal of Environmental Modeling and Software*, 17, 147-159.